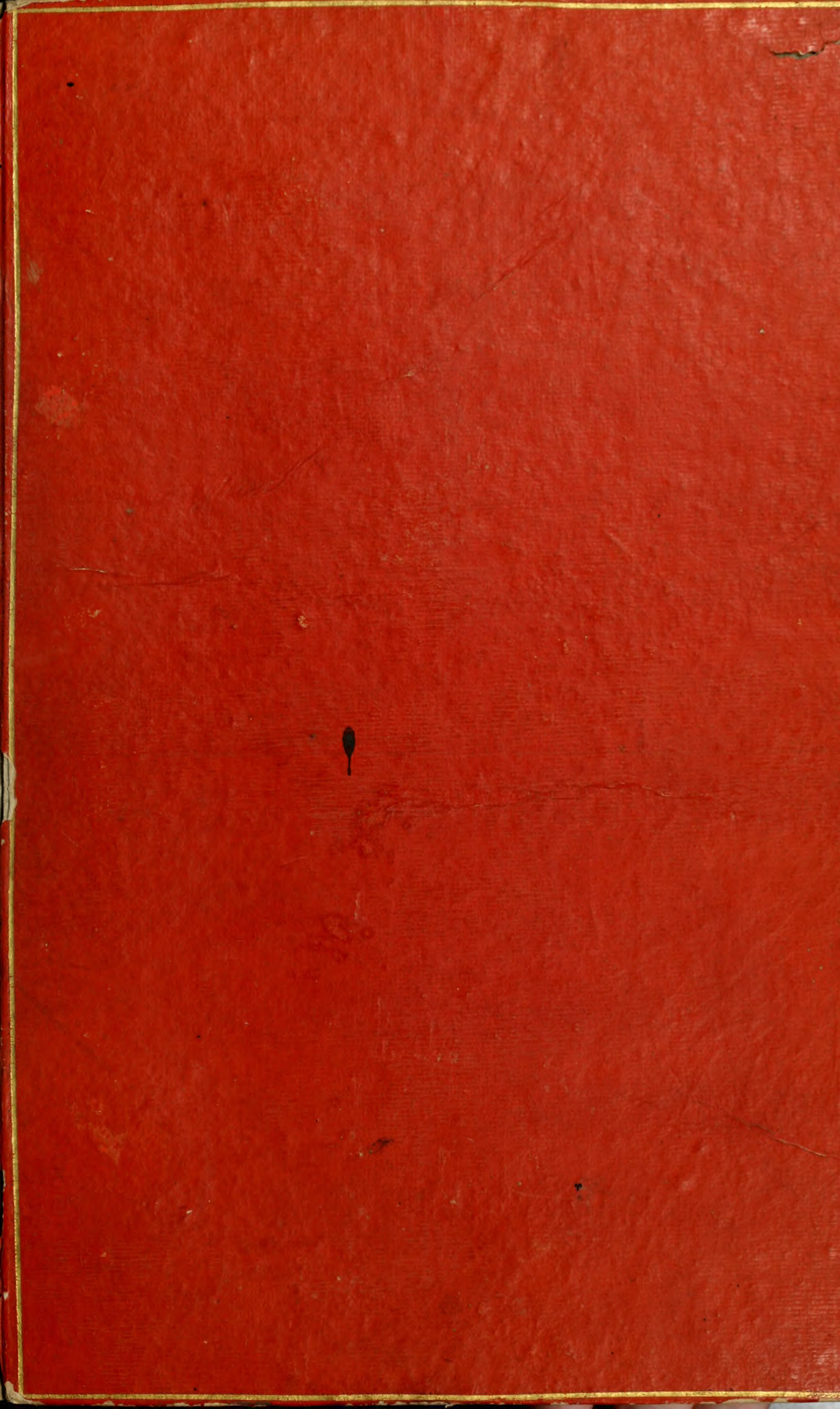
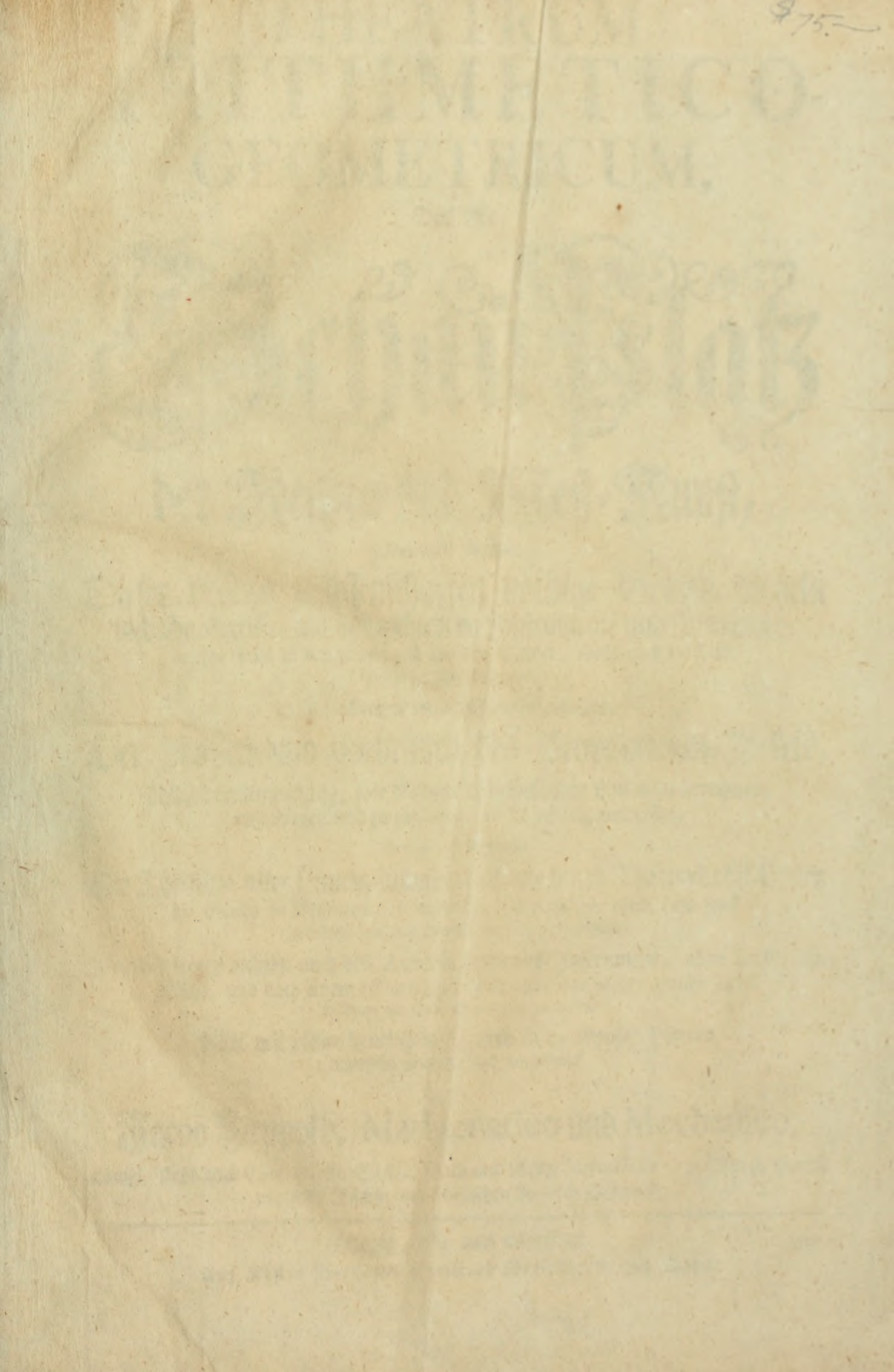
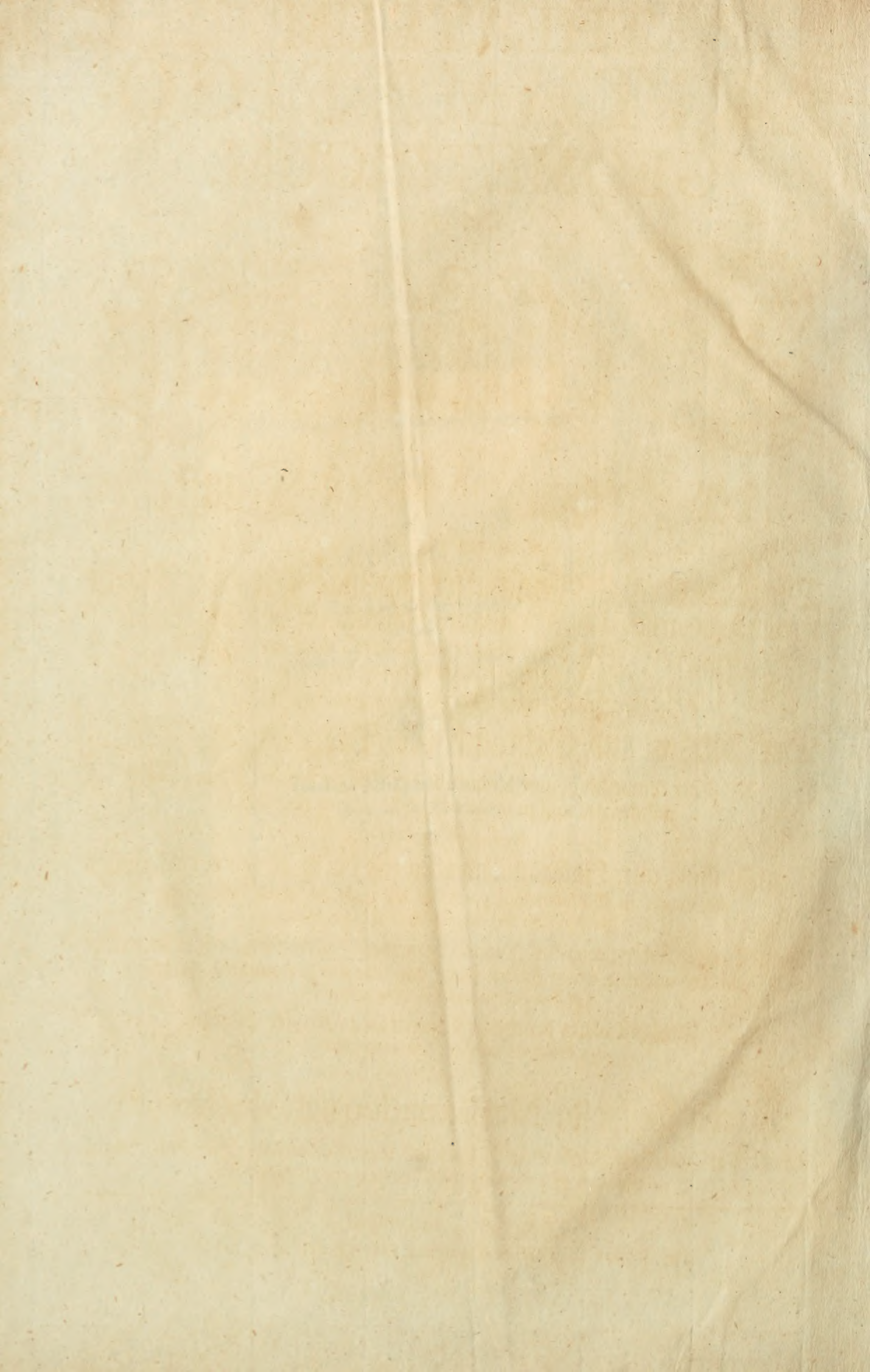






THEATRUM ARITHMETICO-GEOMETRICUM,

Das ist:



der Rechen und Meß-Kunst,

Darinnen enthalten

Dieser beyden Wissenschaften nöthige Grund-Regeln und Handgriffe, als unterschiedene Instrumente und Maschinen, welche theils in der Ausübung auf den Papier, theils auch im Felde besondern Vortheil geben;

Insonderheit wird hierinnen erkläret:

Der Nutzen und Gebrauch des Proportional-Zirkels,

Nebst der Anweisung, wie die darauf befindlichen Linien zu berechnen, aufzutragen und zu probiren, ob sie gehörig eintreffen;

Dem annoch beygefüget

Die Theilung aller Linien, insonderheit wie durch Transversal-Linien die Grade in Minuten weit correcter als nach der alten und sonst gewöhnlichen Art abzutheilen und aufzureißen,

Woselbst unter andern auch des Autoris bequemes Instrument, ohne sonderliche Mühe, und nach einem einigen Maaßstab, alle nur vorkommende Zirkel in Grade und Minuten gar genau zu theilen.

Alles mit vielen deutlichen Figuren in 45 Kupfer-Platten begreiflich gemachet und vorgestellet

von

Jacob Leupold, Mathematico und Mechanico,

Königl. Pohl. und Chur-Fürstl. Sächsis. Rath und Berg-Commissario, der Königl. Preuß wie auch Sächß. und Forlischen Societät Mitglied.

Leipzig 1774 neu aufgelegt

Auf Kosten Bernhard Christoph Breitkopfs und Sohn.



THEATRUM
ARITHMETICO-
GEOMETRICVM.



Vorrede.

Nach Standes-Gebühr geehrtester Leser.

Die Arithmetic und Geometrie sind nicht nur diejenigen Ordnungen, worauf das kostbarste Gebäude der ansehnlichsten Wissenschaften, ich meyne die Mathematische und Physicalische, gegründet; sondern diese sind auch so gar das Band der ganzen Natur selbst, immaßen ja darinnen alles nach seiner Zahl und Maaß aufgelöset, und eben dadurch oft das verborgenste entdecket werden kann. Die so viele nützliche Schriften der alten und neuen Mathematicorum geben uns hiervon gnugsame Beweisthümer an die Hand, und würden schon zulänglich genug seyn dieses mit ihren Exempeln zu bekräftigen, wenn auch die Erfahrung uns dessen nicht täglich noch überführte. Doch soll dabey niemand gedenken, daß zwar wohl die Arithmetic und Geometrie zu den Begriffen vieler Sinn-reichen Wissenschaften so nöthig und unentbehrlich seyn möchten, darum aber eben einen jeden zu wissen nicht nothwendig wären, weil ja nicht alle Menschen gelehrt seyn dürften,

 denn

denn dieses ist im Grunde falsch. Ein jeder Stand muß seines Amtes, seiner Profession und seines Handwerks gründlich gelehrt, und solchen rechtschaffen vorzustehen geschickt seyn, soll anders eine Stadt, Republic und ganzes Land zu seiner Glückseligkeit sich erhaben oder darinnen befestiget sehen? Wo ist aber unter so vielen Sorten auch nur der Allergeringste auszufinden, welcher die Wissenschaft der Zahlen und der Maaße ohne seinen merklichen Schaden füglich entbehren könnte? Die Erkänntniß der Maaße bestehet in den geometrischen Handgriffen des Zirkels und Lineals. O was nützlichere, dauerhaftere, nettere und bequemere zu unserer Nothdurft täglich benöthigte Sachen würden wir nicht an statt so vieler verwerflichen und vielmahlen gar nichts tauglichen besitzen, wenn die Handwerker solcher Handgriffe und vornehmlich der Theilung und Proportionirung der Linien besser kundig, oder selbe mit mehrern Fleiße zu gebrauchen bemühet wären.

Von diesen allen nun und noch einem mehreren wird in gegenwärtigen Theatro umständlich gehandelt und Anleitung darzu gegeben. Und obwohlen bey der Arithmetic vielen die Rechen-Machinen vor etwas überflüßiges und nicht allzunützliches scheinen dürften, immaßen die darauf zu wendende Kosten bey ihrer Anschaffung so groß; Die Anweisung und Anführung zu ihrem Gebrauche fast eben so viel Zeit erfordere, als wenn man die Species und die daraus bestehende andere Regeln sich bekannt mache; so mögen selbige dargegen wohl erwegen, daß solche Machinen bey der Operation in Berechnung des Exempels niemahlen fehlen, und folglich man wegen der gesuchten Zahl gewiß seyn kann, da man sonst immer, bis das Exempel probiret, in Zweifel stehen muß, ob auch recht gerechnet. Zudem so wird keinen diejenige Zeit gereuen, darinnen er durch die Betrachtung dieser Machinen seinen Verstand geschärfet, immassen einer bey dergleichen oft wiederholten Arbeit des Verstandes sich unvermerkt geschickt machet, andere ihm vorkommende Sachen viel genauer einzusehen, und nicht, wie von sehr vielen geschiehet, sich durch ihren Schein blenden zu lassen.

In der Geometrie, worinnen es vornehmlich auf die Lehre der Triangel ankommet, werden von allen den Arten der Instrumenten die nützlichsten abgehandelt zu finden seyn, welche zu Abnehmung der Winkel und derer ganzen daraus erwachsenen Flächen, oder zu derer

Grund-

Grundlegung geschickt und dienlich. Weil aber diese eine weit um und viel in sich begreiffende Wissenschaft, über dis auch die Auflösung der Aufgaben, wobey die Application und der Gebrauch der verschiedenen Instrumenten am besten durch Figuren und Vorrisse angewiesen werden, viele Kupfer und Zeichnungen erfodern; als wird der Geehrteste Leser am besten vermerken, wo eines Theils bey einem und anderen beschriebenen Instrumente dessen Gebrauch nicht weitläuftiger abgehandelt worden, andern Theils aber um so viel weniger unwillig sich bezeigen, wenn er nicht alles im gegenwärtigem Theil antreffen sollte, dessen er sich doch wirklich versehen, in Betrachtung, daß der Autor eben zu derjenigen Zeit wider Vermuthen mit jählinger Schwachheit des Leibes befallen, da er beschäfftiget die Materie zu diesem Theile seiner Gewohnheit nach, zu rangiren und in Ordnung zu bringen, bey dem bald darauf erfolgten Tode aber und der bis daher wenig noch übrig gehabten Zeit unmöglich alles was dazu gehörig, zusammen gebracht und zum Druck befördert werden können; denn so ist unter andern wirklich die Vergleichung der Maaße, die Zubereitung der Visier-Stäbe rc. vieles von der Markscheide-Kunst, ingleichen die Art die Wege auszumessen, und dergleichen ein mehreres unberührt zurück geblieben: doch versprechen die hinterbliebene Erben eifrig bemühet zu seyn solches rückständige, nebst anderen sich in des sel. Verstorbenen befindenden nützlichen Schriften, denen Liebhabern dieser Wissenschaften in einem Supplemento zu diesen bereits von dem Autore edirten Acht Tomis mittheilen zu können, so bald es die Umstände und Beschaffenheit der gegenwärtigen Hindernisse zu seiner Zeit verstatten wollen, und empfehlen im übrigen Denselben in göttliche Protection und Vorsorge. Leipzig, den 6. Maji A. C. 1727.



Kurze

Kurze Verzeichniß der vornehmsten Sachen, Instrumenten und Machinen des Theatri Arithmetico-Geometrici.

zu



Thea-



THEATRI MACHINARVM ARITHMETICARVM und GEOMETRICARVM

Erſtes Capitel.

Von der Rechen-Kunſt insgemein.

§. 1.

Die Größe, das iſt dasjenige, ſo ſich vermehren und vermindern läſſet, iſt das Subjectum der ganzen Mathematic. Weil aber dieſes theils durch Zahlen, theils durch Linien erkläret und alles, was dergleichen Eigenſchaft hat, auch dergeſtalt exprimiret werden kann; Alſo beſtehet eben die wahre Matheſis hauptſächlich in dieſen zwey vortrefflichen Wiſſenſchaften, der *Arithmetic* und *Geometrie*. Und dieſemnach iſt auch die Arithmetic nicht allein der Grund aller mathematiſchen Wiſſenſchaften, ſondern auch auſſer dem im gemeinen bürgerlichen Leben von unbeſchreiblichem Nutzen, deſſen uns die tägliche Erfahrung am beſten überführen kann. Wie nun dieſe den Anfängern, ſonderlich in der Multiplication, Diviſion, und Ausziehung der Wurzeln, zuweilen gar unbegreiflich, weitläuftig und ſchwer vorzukommen ſcheinet: ſo ſind dargegen auch viele um die mathematiſchen Wiſſenſchaften ſich hoch-verdient gemachte Männer, von Zeit zu Zeit darauf bedacht geweſen, die Ausübung dieſer Wiſſenſchaft, ſo wohl durch die nützliche Tabellen, als auch durch allerley erſonnene künſtliche Inſtrumente und Maſchinen, leichter und bequemer zu machen, welche zu erzehlen und dem geneigten Leſer vorzulegen meine gegenwärtige Abſicht iſt, da ich hingegen derer andern Vortheile, z. E. der Rechnung mit 1 und 0; der Rechnung ohne das Ein

mal Eins; der Decimal, Logarithmischen und Sexagenal bedächtig mit Stillschweigen übergehe.

§. 2.

Wir haben aber zuförderst auch hierinnen die Glückseligkeit unserer Zeiten zu erkennen, daß durch die von den Indianern bis auf uns gebrachte Zeichen, oder sogenannte Ziffern, auch die allergrößten Zahlen nunmehro hurtig und bequem ausgedrucket werden können, welches vor dem mit nicht geringer Weitläuftigkeit und Beschwerniß! vermittelst der Buchstaben zu verrichten, sich die allermeisten Völker genöthiget sahen. Man pfleget aber gemeiniglich den Ursprung dieser Zeichen und Ziffern an einem Quadrat zu weisen, das mit seinen Diagonalen durchschnitten und in einen Circul beschrieben worden, wie aus Fig. I. *a* Tab. III. deutlich abzunehmen.

Von der Dactylonomia oder Finger-Rechen-Kunst.

§. 3.

Daß man aber jedesmal nur die Zehen zehlet, und folglich keine mehrere Zeichen angenommen, ist sonder allen Zweifel denen Anfängern zu gut geschehen, damit, ehe sie eine Fertigkeit mit Zahlen umzugehen erlanget, sie sich indessen ihrer Finger bedienen können. Hierbey erinnere mich eben der Dactylonomie und des Manuloquii, oder der Kunst die Zahlen nach Verlangen durch die Finger zu exprimiren, und so man das Alphabet z. E. nach der Ordnung der Zahlen wie sie auf einander folgen, beschreibet, auch durch die Finger reden zu können.

§. 4.

Es wird dem Kunst-begierigen Liebhaber demnach nicht zuwider seyn, wenn ihm von dieser Sache die Nachricht nebst der Tafel mittheile, wie solche Aventinus aus dem Beda in zwey gedruckten Bogen ehedem publiciret. Da man sich nun insgemein bey jedem Worte, oder einem andern Merkmaale, allezeit etwas gedenken muß; also hat man sich bey der Finger-Rechen-Kunst auch voraus bedungen, was bey gewisser Erhebung oder Niederlegung dieser oder jener Finger bald an der rechten, bald an der linken Hand; ingleichen bey sonderlicher Legung und Haltung derselben, und dergleichen mehr, in Ansehung der Zahlen gedacht werden soll. Also wird von dem Aventino mit der linken Hand bedeutet 1, so man den kleinen Finger in den Teller der Hand einschläget: 2, wenn zu diesen der nächst folgende geleget wird: 3, wenn der nachfolgende Mittel-Finger auch darzu gestellet wird: 4, da man den Mittel- und Gold-Finger nur einschlägt: 5, wenn man den Mittel-Finger allein nieder hält: 6, so der Gold-Finger mitten an den Ballen des Daumens gehalten wird: 7, da man den kleinen Finger: an eben den Ballen leget: 8, wenn zu diesen der Gold-Finger; 9, so zu diesen beyden noch der Mittel-Finger geleget wird: 10, wenn man den Nagel des Zeiger-Fingers mitten an das Gelenke des Daumens hält: 20, des Daumens Kopf zwischen die Mittel-Gelenke des Zeigers und Mittel-Fingers geleget: 30, die Nägel des Daumens und Zeigers an einander gestossen: 40, die innere Seite des Daumens an den Zeiger, so viel möglich, wohl angeschlossen: 50, das obere Glied des Daumens, so viel man kan und möglich, horizontal gehalten, und die Hand selbst wohl ausgestreckt: 60, den Daumen wie vorher gehalten, und noch hinter ihn den Zeiger hinein gebogen: 70, den Nagel des Daumens an das Mittel-Gelenke des Zeigers gehalten, und das obere Gelenke des Zeigers über ihn hinein gebogen: 80, eben wie vor der Zeiger krumm, der Daumen hingegen ganz steif gemacht: 90,

Tab. I.

den-

den Daumen steif gehalten, und den Zeiger mit dem Nagel an die Wurzel des Daumens gesetzet: 100 bis inclus. 900 werden mit der rechten Hand eben so vorgestellet, als die ersten 10 bis 90 mit der linken: 1000 bis 9000 werden auch durch die rechte Hand so wie 1 bis mit 9 durch die linke Hand angedeutet: Bey 10000 legt man die rechte Hand auf den Rücken, die linke Hand aber hält man die innere Seite auswärts kehrend, forn an die Brust, die Finger gegen den Hals gestreckt: Mit 20000 macht man es eben so, nur daß die Hand unter den Hals mit dem Munde parallel gehalten wird: 30000, hat die Stellung wie vorhero, nur daß die Linke ordentlich an die Brust geleget und der Daumen nach der Kehle aufrecht gehalten wird: Bey 40000 wird die Hand umgewandt unten bey dem Nabel ausgestreckt gehalten: 50000, hat vorige Stellung, außer daß die Hand ordentlich gelegt und der Daumen bey dem Nabel ausgestreckt gehalten wird: 60000, wird angedeutet, so man die linke Hand über die linke Hüfte spannet: 70000 behält die vorige Stellung, nur wird die Hand umgewandt geleget: 80000 kommt mit allen bey 60000 überein, bloß daß die Hand ausgestreckter liegt: 90000, dabey legt man die Hand auf die Lenden, und kehret den Daumen nach der Schaam: Von 100000 bis mit 900000 wird alles nach der Ordnung mit der rechten Hand nachgemacht, wie man es mit der Linken von 10000 bis 90000 gehalten: Bey 1000000 werden die Hände zusammen gefalten über den Kopf erhaben, welches alles die Betrachtung der Tab. I. mit mehrern erklären wird.

§. 5.

Da wir die Tabel des Bedæ betrachtet, so kann nicht Umgang nehmen, noch eine andere, wie solche Joh. Belwer, ein Engeländer, verzeichnet, der ein ganzes Buch von dieser Materie geschrieben, beyzufügen: da erst in dem einen Quadrat durch 36 Hände die Finger-Rechnung, und in 72 andern Posituren von Händen, die Hände-Sprache oder das Manuloquium vorgestellet wird. Was die Finger-Rechnung anbetrifft, so finde hier eine andere Disposition und Bedeutung der Hände in den Zahlen; denn bey dem Beda machet die rechte Hand zun 100-fachen Zahlen eben die Positur, als wie es die linke zum 10-fachen machet: und wie die rechte Hand die 1000-fachen Zahlen vorstellet, also geschiehet es auch mit der linken bey den einfachen Zahlen. Der Engeländer aber hat bey 10- und 1000-fachen Zahlen einerley Positur der linken und rechten Hand, und also auch bey der 1- und 100-fachen Zahl, wie solches aus den Figuren gnugsam zu ersehen. Was jeder vor Ursache habe, kann nicht sagen, inzwischen aber wollte doch der ersten Art die letzte vorziehen, weil sie vernünftiger scheinet. Ich habe dahero zwar die Hände der Ordnung nach stehen lassen, aber die Zahlen geändert, und statt 1000 100, ingleichen statt 100, 1000 stechen lassen. Sonst findet sich wenig von der Finger-Rechnung; es gedenket zwar Petrus Apianus in seinem teutschen Rechen-Buch, daß er in seinem Centiloquio gewiesen habe, wie mit den Fingern beyder Hände eine jegliche Zahl mit einer andern Zahl soll multipliciret, und dadurch eine Rechnung oder Kauf im Sinn gemacht werden; ich habe aber solches Centiloquium zur Zeit noch nicht ansichtig werden können, wie sehr ich mich auch darum bemühet.

Tab. II.

§. 6.

Ob nun schon die Finger-Rechnung in Abgang kommen, so sind dennoch vielleicht die Zeichen hievon übrig blieben, denn es sehr vermuthlich scheinet, daß die 7 Zeichen, so man insgemein Römische Ziffern nennet, daher entstanden sind, daß man dadurch die Positur derer Finger und ihre Zahl andeuten wollen, wie aus Fig. I. *b* Tab. III. zu ersehen. Doch will auch denen nicht entgegen seyn, die solche als Anfangs-Buchstaben der lateinischen Benennung der Zahlen, und vor ihre Bedeutung halten, als: C von Centum

tum oder hundert: L von funfzig, weil 50 ein halb 100, das L aber ein halbes C vorstellen solle, indem man vor Alters das C nicht rund, sondern also ⊏ soll geschrieben haben: M von Mille oder tausend, und D fünfhundert, weil das D wieder ein halbes M seyn soll, das vor dem also CIↃ geschrieben worden, dergleichen man noch gegenwärtig in verschiedenen alten Büchern findet. Allein, wo soll V und X herkommen? daher diese nothwendig die Hand vor ihre Mutter erkennen müssen, wie solche Posituren aus oben erwehnter Fig. I. *b* Tab. III. deutlich zu erkennen.

Eine andere Art mit denen Fingern zu zehlen, ist aus gedachten Apiano in der Fig. II. zu ersehen.

Das II. Capitel.
Von dem Manuloquio, oder Sprache mit den Händen.

§. 7.

Obwohl diese Materie eigentlich an diesen Ort nicht gehörig, so habe solches dennoch, wegen seiner großen Gleichheit mit der Finger-Rechnung, denen curieusen Gemüthern zum Gefallen, um so vielmehr beyfügen wollen, weil sonst in wenig Büchern folgende 72 Figuren gefunden werden, derer Bedeutung nur mit einem Worte in jeder Figur anführen, und hingegen allhier eine etwas weitläuftigere Erklärung davon geben will. Bedeutet also:

Fig. I. Die aufgereckten Hände bitten, wie dorten der Knecht in dem Evangelio seinen Herrn bate.

Fig. II. Die gleich-erhabenen Hände beten, daher Horatius saget: *Cœlo supinas si tuleris manus.*

Fig. III. Die ineinander geschlossenen Hände begleiten das Weinen, Apulejus: *Palmulis inter digitorum vicissitudines super genua connexis ubertim flebat.* Lib. III. Metam.

Fig. IV. Die gebogen-erhabnen Hände, verwundern.

Fig. V. Die ineinander geschlagenen Hände bedeuten eine erfreuliche Gutheissung und Gefälligkeit. Cic. *Populus Romanus manus suas non in defendenda libertate, sed in plaudendo consumit.*

Fig. VI. Die Hände gewaltig ineinander schlagen, bedeuten den Zorn. Philo de Lege ad Cajum: *Ubi desiit legere, Imperator complosis manibus, Euge,* inquit, *Petroni, non dedicisti audire Imperatorem?* adde Ezech. 21, 14. & 22, 13.

Fig. VII. Wenn eine Hand die andere hält, so bedeutet es Hinderung. Zach. 14, 13. 14.

Fig. VIII. Wenn man die beyden Hände läßig sinken läßet, so weisen sie gefallene Hoffnung, Es. 13, 7. 35, 3. Ezech. 7, 17. Jer. 6, 24. Hebr. 12, 12.

Fig. IX. Die übereinander geschlagenen Hände bedeuten den Müßiggang, wie Salomon einen Faullenzenden und Schlafenden also beschreibet, Spr. 19, 24. und 26, 15. 19. 24.

Fig. X. Die in einander geschlossenen und sinkenden Hände bedeuten eine sonderbare Traurigkeit; daher Erasmus unter seine Sprüchwörter gezählet: *Manibus compressis sedere.*

Fig. XI. Die Hände waschen, ist ein Zeichen der Unschuld, Ps. 26, 6. Matth. 27, 24.

Fig.

Fig. XII. Beyde Hände zusammen drücken, bemerket den erhaltenen Gewinn, und wie man solchen zu bergen trachtet.

Fig. XIII. Einem die Hand bieten, ist ein Zeichen der Untergebenheit, deßwegen es gleiche Deutung hat, als bey den Lateinern *Manum dare.*

Fig. XIV. Die Hand ausstrecken, bedeutet Hülfe-Bietung, Ps. 88, 9. Matth. 12, 49, 2 Mos. 33, 2. 3. Geschiehet aber solches von Obern, so bedeutet es auch Schutz und Schirmung, Jes. 46, 2. Wie hingegen die abgehauenen Hände das Widerspiel bedeuten, 1. Sam. 2, 22.

Fig. XV. Die ausgestreckte Hand mit zertheilten Fingern, ist ein Zeigen des Sieges, 2. Mos. 16, 6.

Fig. XVI. Die gebogene Hand begehret, daß man stillschweigen und anhören soll, Apost. Gesch. 26, 1.

Fig. XVII. Die drey aufgereckten Finger der Hand, bedeuten den Eydschwur, und ruffen gleichsam zum Zeugen an die hochheilige Dreyeinigkeit. Die Arten aber zu Schweren sind bey unterschiedlichen Völkern unterschiedlich im Gebrauch gewesen. Gleiche Deutung haben die zwo gleich aufgereckten Hände, Ezech. 15, 23. 20, 5. 36, 7. Zachar. 2, 9. Esa. 3, 7. Offenb. 10, 5. Dan. 12, 2.

Fig. XVIII. XIX. Die gebogenen Hände über sich neigen, ist ein Zeichen eines Beyfalls, Zeph. 3, 10.

Fig. XX. Die ausgestreckte Hand unter sich wenden, ist ein Zeichen der Vereinigung und Hinwegräumung, Zeph. 2, 15.

Fig. XXI. XXII. Mit der gebogenen Hand pfleget man einem zu winken, er soll herkommen, gleich ob man solchen an sich ziehen wollte, wie gleichfalls das Widerspiel erhellet, wenn man einen von sich gehen heißt. Besiehe von jenem, Jes. 13, 2.

Fig. XXIII. Die ganze Faust drauet mit Macht.

Fig. XXIV. Die gekrümmte Hand bettelt und begehrt, daß man ihr was geben und einlegen soll. Ferner

Fig. XXV. Wenn wir einer seltsamen Sache nachsinnen, so halten wir die ganze Hand für das Angesicht.

Fig. XXVI. Die Hand küssen, ist ein Zeichen der Demuth und Ehrerbietung, Ps. 2, 12. wie der Kuß von einer höhern Person ein Merkmaal der Freundlichkeit ist, 2 Sam. 15, 5.

Fig. XXVII. Die Hand in des andern Hand geschlagen, ist so viel als betheuerlich versprechen und zusagen. Also sagte Dido bey dem Virgilio: *En dextra fidesque!* und Ovidius: *Dat dextram atque animum præsenti pignore firmat.*

Fig. XXVIII. Die ineinander geschloßne Hände, sind das Kennzeichen ehelicher Treue, oder der Vereinigung und Freundschaft. Virg. - - - *cur dextræ jungere dextram non datur* - - - Idem: *Nostris succede penatibus hospes, Accepitque manu dextraque amplexus inhæsit.*

Fig. XXIX. Die Hände eines andern küssen, hat gleiche Deutung von oben bey Fig. II. vermeldet worden.

Fig. XXX. Die Hand aufschlagen, ist die Geberde eines Zornigen, Ezech. 6, 11.

Fig. XXXI. Die Nägel pflegen diejenigen zu kiefen, (nagen, beissen) welche einer Sache tief nachsinnen. Persius: *demorsos sapit ungues.* Horatius: *Sæpe caput scaberet vivos & roderet ungves.* Daher Goropius Becanus die Finger quasi Finder will genennet haben, weil sie die Zahlen finden lernen, und von der Natur gleichsam zu zehlen gegeben worden, wie Eingangs gemeldet. Eben diese Geberdung bedeutet auch den Neid. Martial. l. 4. epist. 27. *Ecce iterum nigros corrodit lividus ungves.* Und die Be-

gierde sich zu rächen: Pers. Sat. 5. - - - - *crudum Chærestratus ungrem abrodens, ait:*

Fig. XXXII. Die weinen, bedecken ihr Angesicht für Traurigkeit und Schamhaftigkeit.

XXXIII. Der aufgereckte Daumen ist bey den Alten ein Zeichen der Gutsprechung gewesen.

XXXIV. Beyde Daumen mit geschloßner Faust erheben, ist ein Kennzeichen der Begünstigung und des Lobes. Horat. *Fautor utroque tuam laudabit pollice ludum.*

XXXV. Der sonsten erhabene Daumen, mit eingewandter Faust, deutet auf die Neben- oder Hinterstehenden. Claudian. *Gaudet metuens, & pollice monstrat.*

XXXVI. Der Zeiger-Finger deutet für sich. Mart. - *Turba semper ab omni monstramur digito* - - Ovid. *Sæpe aliquem digito vatem designat euntem.*

XXXVII. Wenn man mit eingebogenen Daumen und ausgestrecktem Zeiger-Finger drauet, so wird solcher mehr erhaben, als in dem Zeigen oder Deuten; deßwegen er auch Minax bey den Lateinern genennet wird, und so gar, daß solche Dräuung die Thränen heraus pressen kann, wie Seneca de Constantia sagt: *Solebat ciere lachrymas digitorum motus.*

XXXVIII. Der Finger auf dem Munde, bedeutet Verschwiegenheit, oder das Stillschweigen. Daher der Poet sagt: *Digito compesce labellum.*

XXXIX. Die eingebogenen Finger, also, daß der Daumen den mittelsten zu rühren kommet, bedeutet ein Gespött, welches die Lateiner *Ciconiam*, oder den Storch, genennet. Pers. *O Iane, à tergo, quem nulla ciconia pingit.* Hieron. in præfat. ad Sophoniam, nennt es: *Manum incurvare in Ciconiam.*

XL. Die ganz gebogne Hand rufet gleichsam und pfleget die guten Freunde einzuladen.

XLI. Der ganz gebogne Zeiger-Finger verbietet und drauet, wie vorgemeldet.

XLII. Die mit dem Zeiger-Finger niedergeschlagene Hand bedeutet Verachtung und Nichtigkeit.

XLIII. Das Schnalzen mit dem Daumen und mittlern Finger, bedeutet Verachtung. Propert. - - - *at illi Pollicibus fragiles increpuere manus.*

XLIV. XLV. Was wir eine Hirnschnallen nennen, das ist auf Lateinisch Talitrum, von welchem Suetonius berichtet, daß Tiberius mit dergleichen Schneller einen Knaben oder Jüngling verwunden können. Petronius giebt es: *Stricto atque acuto articulo caput percutere.* Wer solches von seines gleichen duldet, wird zu Schanden.

XLVI. Der kleine erhabne und gekrümmte Finger deutet eine verächtliche Ausforderung.

XLVII. Die gekrümmten Hände, wie Klauen, bemerken einen Geizigen, welcher alles zu sich raffen und kratzen will. Oder auch einen Rachierigen, der sich, in Ermangelung anderer Waffen, mit den Nägeln rächen will.

XLVIII. Mit gleichsam gespitzten Fingern, etwas geben, hat die Deutung eines Gesparsamen.

XLIX. Die gebogene Hand besänftiget und stillet den Tumult: Statius l. 1. Thebaid. - - - *Veniam donec pater ipse sedendi tranquillâ jubet esse manu* - - - und l. 1. Sylv. *Dextra vetat pugnas.*

L. Die Rede pfleget mit hohler Faust, das ist mit dem Mittel-Finger gegen den Daumen geneigt, anzufangen, wie bey etlichen der Röm. Redner Bildern und Statuis zu sehen.

LI. Die Hände hebet man mit zertheilten Fingern auf, wenn man sich über eine Sache verwundert.

LII. Deßgleichen geschehen die ernstlichen Vermahnungen und Bewegungen, mit der Hand, besagter maßen, gegen den Leib gewendet.

LIII. Die flache, ausgestreckte und gegen der Erden geneigte Hand, weiset die angezogenen

genen Ursachen, sagend gleichsam: Es ist nicht anders, und so wahr, als ich die Hand ausrecke.

Fig. LIV. Die eingebogene Hand gegen den Leib zu, zeiget sich selbsten. Die ausgestreckte Hand von dem Leibe verneinet.

LV. Die gleiche aufgereckte Hand wird gebraucht zu Erhebung der Stimme, wenn man was besonderes in der Rede will beobachtend machen.

LVI. Mit einer Hand in die andere weisen, zeiget den Grund der Rede und derselben Ursachen.

LVII. Die gebogenen Hände bedeuten die Gewogenheit, mit welcher man die Freunde gleichsam zu sich rufft.

LVIII. Im Gegenstand bedeuten die ausgestreckten Hände gleich für sich ein Mitleiden.

LIX. Die Hände und Arme weit ausstrecken, wird gebraucht, wenn man eine übergroße Sache beschreiben will.

LX. Die beyden Hände heben zugleich auf, diejenigen, welche das Volk segnen. Wird bey etlichen auch mit einer Hand verrichtet.

LXI. Die beyden Hände gleich gerade, mit allen Fingern zusammen und voneinander thun, bedeutet eine Spaltung oder Zweifel.

LXII. Die Hände mit geschlossenen Fingern ineinander winden, bedeutet Schmerzen.

Ferners haben auch die Hände ihre Deutung in der Sinnbild-Kunst.

LXIII. Die aufgereckte Hand, bedeutet den Verstand.

LXIV. Die gleich eingebognen Finger, den geneigten Willen.

LXV. Die geschlossene Faust mit verborgenem Daumen, das Gedächtniß.

LXVI. Die geschlossene Faust mit ausgelassenen Daumen, die Wissenschaft.

LXVII. Das Auge in der Hand, die Deutung des Mißtrauens.

LXVIII. Der Mund in der Hand, bemerkt die Deut-Kunst.

LXIX. Die Hand mit zertheilten Fingern, die Schwachheit und Uneinigkeit.

LXX. Die Hand oder geschlossene Faust, bedeutet Stärke und Einigkeit.

LXXI. Die Zunge in der Hand, bemerket die kundbare Beredsamkeit.

LXXII. Die Hand benebens einer kleinen Axt, bedeutet die Freyheit des Orts, wo solche zu sehen, und daß der, so allda Schlägerey anfängt, die Hand verlohren habe.

Das III. Capitel.

Das Chinesische Rechen-Instrument.

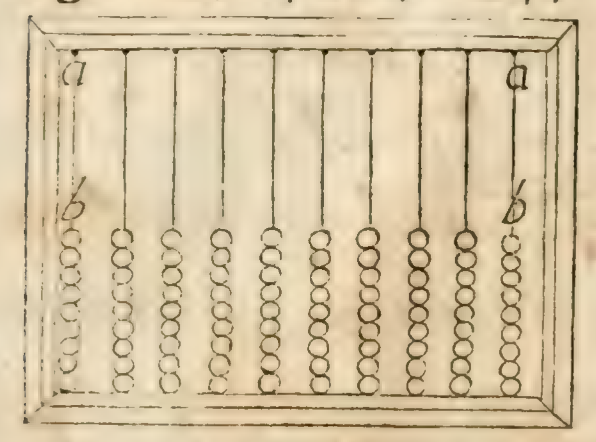
§. 8.

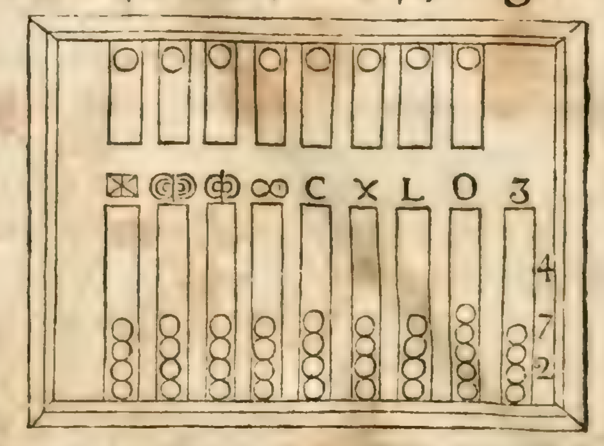
Die Chineser, bey denen die Künste, wie sie selbst sich dessen rühmen, schon viel tausend Jahre in großem Flor, haben jederzeit eine hölzerne kleine mit Draht Säiten bespannete Tafel zu ihrer Rechnung gebrauchet, und bedienen sich derer auch noch, auf welcher sie durch unterschiedliche Kügelchen oder Corallen, die sie an den ausgespanneten Säiten auf- und abschieben, ihre Rechnung vollführen. Denn im Anfange schieben sie alle Kügelchen unter sich, und hernach treiben sie einige bald von dieser bald von jener Seite mit einem Griffel in der größten Behendigkeit auf oder ab; und wie sie die Kügelchen nach vollendeter Operation in Stand finden, also sprechen sie alsdenn die Summe aus. Ihr findet hiervon eine Abbildung beygefüget in der III. Fig. da *a b* die drähtnen Säiten bedeuten, an denen die kleinen Kugeln stecken.

Fig. III.

Fig. III. Chines. Rechen-Tisch.


Römisch. Rechen-Tisch. Fig. IV.





Das IV. Capitel.
Eine Römische Rechen-Tafel.

§. 9.

Mit vorhergehender Chinesischer Art kommt sehr überein derjenige Rechen-Tisch, den uns der P. Claude du Molinet in dem Cabinet de la Bibliotheque de S. Genevieve so zu Paris in *Reg. Fol. 1692.* heraus kommen, daselbst aufgezeichnet; die Figur ist hier unter Num. IV. entworfen. Es ist solcher gleichsam in zwey Theile vertheilet, davon der eine untenher neun Vertiefungen oder offene Rinnen hat, in welchen kupferne Knöpfe, die hinten verbogen seyn, daß sie nicht heraus fallen können, doch aber bey dem Gebrauche sich auf- und niederschieben lassen: Oben her sind nur 8 solche Reihen, aber etwas kürzer als die untern, die 7 letztern Reihen von den untern haben jede vier Knöpfe, gleichwie auch die erste rechter Hand; die andere hat 5.

Der Gebrauch soll, wie es Molinet angiebt, also seyn:

Es ist zu wissen, daß ein jeder Knopf von den acht oberen Reihen eines mehr gilt als die 4 oder 5 in denen unteren so gegen über stehen. Z. E. In der untersten anderen Reihe, an welcher oben drüber eine o stehet, sind 5 Knöpfe, derer jeder eine Unze, und zusammen 5 Unzen bedeuten; aber der eine Knopf, so in der darüber stehenden Reihe sich befindet, bedeutet noch eine Untze mehr, und folglich 6 Unzen, daß diesemnach beyde zusammen 11 Unzen machen. Thut man noch eine Unze dazu, so wird es ein Römisch æ, so 12 Unzen hielt, derowegen gehet man bey dem Calculo zur dritten Reihe, so mit L bezeichnet ist, und Libram oder 1 Pfund anzeiget. Diese Reihe hat unten her vier Knöpfe, die machen 4 Pf. rechnet man diese zum oberen Knopfe, der 5 gilt, so sind es in allem 9 Pfund, will man aber 10 Pfund machen, so schiebt man einen Knopf von der vierdten Reihe in die Höhe, und stellet die in der dritten wieder an ihr Ort. Es ist aber die vierte Reihe mit einem X bezeichnet, so andeutet, daß jeder Knopf 10 Pfund gilt, folglich zwey 20, drey 30 und der vierdte 40, mit den oben darüber stehenden zusammen 90 Pfund. Kommt man auf 100, so schiebet man von den untern Knöpfen in der fünften Reihe die mit C, das ist mit hundert bezeichnet ist, einen in die Höhe, vier dieser Knöpfe machen 400, und der obere mit diesen wieder zusammen 900 Pfund: Kommt man in 1000, so schiebet man einen von den untersten Knöpfen in der sechsten Reihe, die mit ∞ bezeichnet, und 1000 bedeutet, vier Knöpfe geben wieder 4000, und der obere mit darzu 9000; Kommt man bis 10000, so schiebt man einen in der untersten siebenden Reihe, die mit C c I ɔ Ɔ notiret, dadurch die Römer zehen tausend andeuten, alle vier Knöpfe mit den oberen geben ebenfalls 90000. Also ferner die achte Reihe mit C c c I ɔ ɔ Ɔ bemerket hundert tausend: und die neundte Reihe so mit IXI über-

überschrieben, heist bey den Römern eine Million; also ist die höchste Summe auf diesen Tisch 9 Millionen Pfund, und erinnert Molinet hiebey, was wir oben schon gesaget, nemlich: daß die Alten hundert mit C, fünfhundert mit L, und tausend also CIↃ geschrieben, dahero hernach die Schreiber die Littern C D M L genommen.

§. 10.

Daß die jetzigen gebräuchlichen Ziffern bey den alten Römern auch üblich gewesen, lehret uns die Zahl 3 und 4. so auf unserm Tische stehet. Auch zeiget sichs, daß die Alten ebenfalls von der rechten zur Lincken ihre Operationes angestellet, wie es noch Brauch ist. Man könnte noch mehr dergleichen Rechen-Tische aus der Antiquität anführen, allein, weil man hier keinen Antiquarium abgeben will, so sollten wir lieber eine Figur, auf unser jetziges Gewicht eingerichtet, vorstellen, und zwar, da in der ersten Reihe unten 3 Küchelchen, und oben eins, so 4 bedeute; daß demnach alle zusammen 7 Quentlein ausmachen, derer 8 auf eine Unze gehen: In der andern Reihe müßten unten 7, und oben ein Küchelchen, so 8 ansaget, seyn, so zusammen 15 Untzen austragen, derer 16 auf ein Pfund gehen: In den übrigen könnten unten allemahl 4, und oben 1 kommen, und mit ℔ X. C. M. u. s. f. bezeichnet werden. Oder wollte man Centner machen, so giebt in der fünften Reihe jedes Kügelchen, zu 100 ℔ einen Centner; sollte aber der Centner zu 100 ℔ gerechnet werden, müsten in der vierten Reihe unten 5 Knöpfgen kommen, und das obere auch nur 5 gelten, u. s. f. Indem es nun eine genaue Verwandschaft mit der Rechnung von Zahl-oder Rechen-pfennig hat, und weil wir eben diese Art auch anführen wollen, so ist es nicht nöthig, hier etwas mehr davon zu sagen.

Das IV. Capitel.

Von dem Rechen- oder Zehl-Tisch mit den Zehl-Pfennigen, oder die Rechnung auf Linien.

§. 11.

Auf der Linie mit Rechen-Pfennigen zu rechnen, ist eine sehr alte, und auch schon bey den Römern üblich gewesene Art, die aber, statt unsrer Nürnberger Rechen-Pfennige, Steine, die sie Calculos nenneten, gebrauchet; daher noch viele Redens-Arten hievon übrig sind, als: Calculum ponere, revocare ad calculum, &c. den Calculum ziehen, d. i. zusammen rechnen, ja die gantze Art zu rechnen, heisset noch heut zu Tage Arithmetica calculatoria; das Rechen-Bret aber, so mit besondern Linien bezogen war, hieß Abacus. Diese Linien sind das Hauptwerk, so dem Rechen-Pfennig seinen gewissen Valor geben müssen, daß er einmal 1 Pfennig, das andere mal 5, 10, ja wohl 100, und hundert tausend Thaler bedeutet, und daher wird auch solche Rechnung die Rechnung auf der Linie genennet, wie solches auf dem Titel der meisten Rechen-Bücher, die diese Art beschrieben, zu finden ist, davon nur einige, so mir jetzo vor das Gesichte kommen, hiermit anführen will, als:

* Caspar Schleupners Rechen-Büchlein auf der Linie, Nürnb. 1598. Breßl. 1599. 8. so eines der allerdeutlichsten.

* Christian Müllers Rechen-Büchlein auf der Linie und Feder, Magdeb. 1603. 8.

Christoph Wildvogels Rechen-Buch auf der Linie und Feder in gantzen und gebrochenen Zahlen, Leipz. 1608. und vermehrt 1609.

Eberhard Poppingers neues Rechen-Buch auf Linien und Feder, 1587. 8.

Georg Kleitmanns Rechen-Buch auf Linien und Ziffern nach Paul Rann Arithmetica gestellet, Frf. 1600. 8.

Georg Heflin Rechen-Buch mit der Ziffer oder Zahlpfennig auf der Linie rc. Straßburg, 1586. und 1606. 8.

* Johann Albrechts Rechen-Büchlein auf der Feder und Linie, in ganzen und gebrochenen Zahlen, Leipz. 1595. und Frf. 1586.

Johann Dauden Rechen-Buch auf der Linien und Ziffern. Cassel 1603. 8.

Joh. Jac. Meurers Bericht von den Rechnen mit Zehl-Pfennigen auf der Linie, durch die neuern Vortheil und Behendigkeit, Zürch 1591. 8.

Joh. Kündlers Arithmetica oder Rechnung auf der Linie und Ziffer, absonderlich auf die schwere Müntz, Regenspr. 1591. 8.

Joh. Schreckenbergers neues Rechen-Büchlein auf der Linie und Federn. Heydelberg, Wehrung, Straßb. 1585. 8.

Joh. Webers Rechen-Büchlein buf der Linie und Ziffer, rc. Leipzig. 1583. 4. 1601. 8.

Mattei Meffeu zwey neue Rechen-Bücher, 1) auf der Linie und Feder, rc. 2) Wie man rechnet die Distanz der Oerter, Breßl. 1566. 8.

Nicolai Kaufungens Rechen-Buch auf Linien und Ziffern, 1612. 8.

Oßw. Ulmanns und Caspar Thierfelds neu Rechen-Buch, auf der Linien und Feder, dergleichen weder in deutscher noch lateinischer Sprache ausgangen, 1564. 8.

Rechen-Buch mit der Ziffer, und auf der Linie mit Zahlpfennigen, Basel.

Rudolph Katen Rechen-Buch auf den Linien und Ziffern rc. Münst. 1613. Cölln 1593. 1601. 8.

* Simon Jacobs Rechen-Buch auf der Linie und mit Ziffern nebst Bericht von der Visier-Ruthe und Geometrie &c. Frf. 1560. 4. 1598. 8. 1600. 4. 1607. 1612. verbessert, 1608. in 16. Und noch viele andere mehr.

Hierzu ist nun auch zu zehlen: Adam Riesens Rechnung auf Linien und Feder, so er 1550. zu Anneberg im Ertz-Gebürge, allda er gewohnet, im hohen Alter geschrieben, und in Leipzig ausgehen lassen. Er ist nicht nur der einige von denen meisten Scribenten, der als der deutlichste in dieser Sache gerühmet wird, sondern auch einer der ältesten, so hievon etwas in deutscher Sprache geschrieben, und scheinet also, daß Ulmann und Thierfeld, derer wir kurz zuvor gemeldet, die Welt mit Unwahrheit berichtet, maßen ihr Buch erst 1564. und also 14 Jahr hernach ans Licht kommen. Es ist aber unser Riese gleichfalls, so viel mir bekannt, 1586 und 1608 zu Frankf. und vermehret durch Helm zu Nürnberg 1592. und 1620. in 8. heraus kommen, und erinnert er in der Vorrede, daß er befunden, wie die Jugend, mit welcher zuerst die Rechnung auf der Linie getrieben worden, viel weiter und geschwinder avanciret.

§. 12.

Die Figuren des Rechen-Tisches findet ihr vornehmlich Fig. V &. seqq. und bestehet jede darinnen, daß so viel Linien als einem beliebet, aber zur vorhabenden Rechnung nöthig ist, parallel übereinandergezogen werden, und zwar in solcher Weite, daß die Rechenpfennige gnugsam Raum darzwischen haben. Die unterste Linie bedeutet oder machet den Pfennig zu 1, die andere zu 10, die dritte zu 100, die vierte zu 1000, die fünfte zu 10000, die sechste zu 100000, und die siebende zu 1000000, der Raum aber zwischen zweyen Linien ist die Helfte von der gleich darauf folgenden oberen Linie, wie solches aus den Zahlen neben der V. Fig. abzunehmen. Die vierte und siebende, als tausendfache Linien, wer-

werden mit einem * bemerket: also ist die Summa in der Fig. V. *a* 48473. ingleichen Fig. VI. ist die Summa: 1364597.

	Fig. VI.	Fig. V. *a*.	Fig. V.	
MM	* 1000000. ——— ✡ ———	* ———————	* 500000. ——————— *	1000000.
DM			200000. ✡	500000.
CM	-300000. — ✡ — ✡ — ✡ —	———————	50000. — ✡ —— ✡ —	100000.
LM	50000. ✡		3000. ✡	50000.
XM	- 10000. ——— ✡ ———	40000. — ✡ - ✡ - ✡ - ✡ -	5000. - ✡ — ✡ — ✡ -	10000.
VM		5000. ✡	300. ✡	5000.
M	* — 4000. — ✡ — ✡ — ✡ — ✡ —	* -3000. - ✡ —— ✡ —— ✡ -	* 500. - ✡ — ✡ — ✡ - *	1000.
D	500. ✡		200. ✡	500.
C	———————	—400. - ✡ -- ✡ -- ✡ -- ✡ -	50. — ✡ —— ✡ —	100.
L	50. ✡	50. ✡	30. ✡	50.
X	—— 40. — ✡ — ✡ - ✡ — ✡ —	— 20. —— ✡ —— ✡ ——	5. - ✡ — ✡ — ✡ -	10.
V	5. ✡		1. ✡	5.
I	—— 2. ——— ✡ ———	—— 3. - ✡ —— ✡ —— ✡ -	————— ✡ ———	1.
Facit	1364597.	f. 48473.	f. 788786.	

Wenn man unterschiedene Sorten zu berechnen hat, so machet man unterschiedene Fache, als zu Pfennige, Groschen und Thaler, wie in den folgenden Fig. VII. VIII. IX.

Weil solche Bücher jetzo in wenig Händen mehr, auch denen wenigsten dergleichen Rechnung noch bekannt ist, maßen sie nunmehro fast gänzlich abgestorben, wiewohl mich doch erinnere, daß in meiner Jugend noch einige Verwalter und Beamten damit rechnen sehen, und glaube ich, daß eben diese Rechnung auch in Frankreich nach der Zeit, als Dechales seinen Mundum Mathematicum geschrieben, darinnen er saget, daß sie sehr im Gebrauch daselbst bey den Kaufleuten sey, ausser Uebung kommen; als will denen Liebhabern einige Exempel so deutlich, als es sich will thun lassen, hier vorstellen. Wer Belieben hat, solchen weiter nachzuforschen, wird schon weiter Mittel finden, wie er ein und das andere von hergesetzten Büchern erhalten, und sich fernern Raths daraus erholen kann.

§. 13.

Exempel des Addirens auf der Linie.

Es sollen 280 Rthl. 16 Gr. 9 Pf. durch Rechen-Pfennige in eine Summe
24 = 10 = 4 = durchgebracht werden, so verfahret also:
6 = 14 = 6 =

Leget erstlich auf die unterste Linie *a* Fig VII. in das Feld mit den Zeichen (Pfen.) überschrieben, 4 Pfennige, und darüber in den Zwischen-Raum *b* 1 Pfennig, welche zusammen 9 Pfennige machen: Ferner in dem Felde unter den Titel Gr. legt auf die Linie *c* oder 10 einen Pfennig, der bedeutet 10, auf den Zwischen-Raum *b* darunter einen, der bedeutet 5, und auf die untere Linie *a* einen Zahlpfennig, die zusammen 16 machen: Weiter in das dritte Feld, mit dem Titel Rthl. setzet auf die dritte Linie *c* Zwey, in den Zwischen-Raum darunter einen, und auf die Linie *c* so die Zehner weiset, drey Zahlpfennige, welche zusammen 280 bedeuten; Wenn nun die Post 24 Rthl. 10 Gr. 4 Pfen. soll addiret werden, so leget zu den ersten noch 4 Pfen. auf die unterste Linie darzu, so bekommt ihr mit den in dem Zwischen-Raum *b* zusammen 13, so ihr sogleich zu Groschen verwandelt, indem ihr 12 hinweg nehmet, einen Pfennig Fig. VIII. liegen lasset, hingegen statt der 12 einen Pfennig in das folgende Feld auf die untere Linie bringet, da ihr denn 17 Gr. nunmehro bekommet: Weiter leget vor die 10 Groschen einen Rechenpfennig auf die andere oder 10fachen Linie *c*, so bekommet ihr auf den Linien *a c* und ihrem Zwischen-Raume *b* in allem 27 Gr. diese verwandelt sogleich in Thaler durch Aufhebung der zwey Rechenpfennige auf der Linie *c*, und des Fünfers der darunter lieget, weil aber vermittelst dessen einer über 24 weggenommen würde, so leget daher einen Rechenpfennig zurück auf die unterste Linie, da nun 3 Groschen bleiben,

und

und hingegen einen vor die 24 in das folgende fordere Feld vor die Thaler auf die untere Linie *a*. Endlich vor die 24. Rthl. leget 2 auf die andere *c*, und 4 auf die untere *a*, weil ihr aber hiedurch 5 Rechenpf. auf der andern Linie *c* bekommet, die so viel als 50 gelten, so nehmet ihr diese da weg, und leget statt derer einen in den darüber befindlichen Zwischen-Raum *d*, und weil in diesen auch schon vorhero einer lieget, der mit dem letzten gleich 100 machet, so nehmet ihr diese beyde ebenfalls da weg, und leget an ihrer Statt auf die dritte Linie *e* einen davor hin, daß demnach die Rechenpfennige, wie Fig. VIII. weiset, zu stehen kommen, die in der Summa bedeutet 305. Rthl. 3 Gr. 1 Pf. Um nun die dritte Post 6 Rthl 14 Gr. 6 Pf. in gegenwärtigen Exempel zuletzt dazu zu bringen, legt man auf die letzte Linie *a* 1, und in den darüber stehenden Raum *b* auch 1, die mit den vorigen einen zusammen 7 Pf. ausmachen, vor die 14 auf die andere Linie *c* einen, und in den darunter befindlichen Zwischen-Raum *b* auch einen, so 15 austräget, daher von der untern Linie dargegen einer wegzunehmen ist, und in allen 17. Gr. übrig bleiben. Vor die 6 Thlr. leget ihr einen auf die unterste Linie *a*, und einen auf die andere *c*, und nehmet hingegen den im Zwischen-Raume *b* gelegenen hinweg, so daß nach vollendeter Operation das Exempel, wie Fig. IX. weiset, zu stehen kommt, und alle drey Posten ausmachen 311 Rthl. 17 G. 7 Pf.

Fig. IX. Fig. VIII. Fig. VII.

Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.	Rthlr.	Gr.	Pf.
311.	17.	7.	505.	3.	1.	280.	16.	9.

§. 14.

Exempel auf der Linie zum Subtrahiren.

Wenn von 3421 zu subtrahiren sey 1243, so schreibet erst beyde Zahlen vor euch, und leget alsdenn die größere mit den Rechen-Pfennigen auf die Linien, wie Fig. X. in A weiset; alsdenn solltet ihr drey Rechen-Pfennige von der untern Linie wegnehmen, weil aber nicht so viel einzele verhanden sind, so nehmet ihr einen Zehner weg von der andern Linie, und leget hergegen 7, als den Rest, davor hin, und zwar einen unter die Fünfer, und zwey zu den Einern: weiter kommt 4 oder 40, da aber nur noch ein Zehner lieget, so nehmet einen von den hunderten weg, und legt hingegen einen unter die Funfziger, und einen unter die Zehner, so zusammen 60, als den Rest zurück; vor die 2 oder 200 nehmet auch zwey Pfennige von der Linie der hundert hinweg, daher einer bleibet, und letzlich hebet einen von den tausenden auf, so stehet der Rest, wie Fig. X. in B. zeiget, welcher beträget 2178.

§. 15.

Ein Exempel auf Münz.

Es sollen von 5432 Rthlr. 10 Gr. 4 Pfenn. subtrahiret werden 2345. Rthl. 16 Gr. 8 Pf. verfahret also: Leget die größere Zahl durch die Rechen-Pfennige auf die Linien, wie sie in Fig. XI. zu sehen. Hierauf nehmet 8 Pfennige weg; weil aber nur 4 einzele liegen, so wechselt einen Groschen, und weil auch kein einzeler vorhanden, so nehmet einen Zehner, und leget dargegen 9 Stück zurück, und weil von dem Groschen 4 Pfennige übrig bleiben, wenn die 8 davon genommen, so leget ihr 4 Pfennige auch nieder

der, und bleiben also in allen 8 Pfennige übrig: weiter 16 Gr. von den gegenwärtigen 9 Gr. abzuziehen, ist wieder nicht möglich, wechselt dahero einen Thaler, davor ihr einen Pfennig von solcher Reihe nehmet, und leget, indem ihr die begehrte 16 Gr. abziehet, die davon überbleibende 8 Gr. zu den erst gegenwärtigen 9 Groschen, daß in allen 17 Gr. werden: Ferner die 5 Rthlr. abzuziehen, so nehmet einen Zehner weg, und leget einen Fünfer dargegen, bleiben 6 Rthlr. Ferner die 4 oder 40 abzuziehen, müsset ihr einen Rechen-Pfennig von der hunderten Linie nehmen, und weil 40 von 100 genommen, 60 lässet, auch 6 Stück dargegen auf die Linie der Zehner legen, oder 1 auf den Raum der Funfziger, und 1 auf die Linie der Zehner; bey der 3 oder 300 nehmet ihr auch 3 Rechen-Pfennige von der Linie der hundert weg, und endlich die 2 oder 2000 von 5 oder 5000, und leget drey Stück davor auf die Linie der Tausend, so zeiget sich der Rest auf dem Tische, wie in Fig. XII. da er austräget 3086. Rthlr. 17 Gr. 8 Pfenn.

Fig. XII. Fig. XI. Fig. X.

2345. Rthlr. 16. Gr. 8. Pf. von 5432. Rthlr. 10. Gr. 4. Pf. 1243. von 5421.

Rthlr. Gr. Pf. Rthlr. Gr. Pf. B. A.

M C X I

3086. Rthlr. 17. Gr. 8. Pf. 5432. Rthlr. 10. Gr. 4. Pf. 2178.

§. 16.
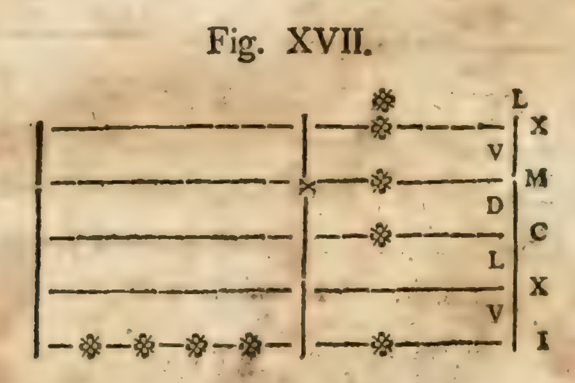
Exempel des Multiplicirens.

Um die Zahl 6789 mit 9 zu multipliciren, so exprimiret den Multiplicandum durch die Rechen-Pfennige auf den Linien, wie Fig. XIII. weiset, den Multiplicatorem aber schreibet darneben, und saget: halb 9 in Spatio *a* machet 4½, die 4 leget darneben auf die obere Linie o, und das halbe in das Spatium darunter, wie in Fig. XIII. bey A zu sehen; weiter hebet den halben *a* Fig. XIII. auf, und rücket Fig. XIV. mit dem Finger um eine Linie herab in *b*, multipliciret erst die 9 mit 1, giebt 9, vor diese leget gegenüber auf eben die Linie *b* neben den 4 Rechen-Pfennige, und über diese in *a* einen der 5 bedeutet, und da dieser mit den vorigen Fig. XIII. A ein ganzes ausmachet, wird dieser Raum geleret, hingegen ein Rechen-Pfennig auf die Linie o zu den ersten 4 geleget, so, daß diese zusammen wieder ein ganzes ausmachen, und statt derer also über die Linie o ein Pfennig zu stehen kommet. Halbiret auch, wegen des unteren halben in *c*, die 9, giebt 4½, diese leget auch, wie zur erst, nemlich 4 auf die Linie *b*, und das halbe darunter in *c*, weil aber hierdurch 8 Zahlpfennige auf der Linie *b* zu liegen kämen, werden 4 davon weggenommen, und 1 dargegen auf das neue in den Raum *a* gestellet, so stehet es, wie in Fig. XIV. B. zu sehen: hebet ferner 1 und das halbe auf der Linie *b* und aus dem Spatio *c* Fig. XIV. auf, und rücket mit dem Finger Fig. XV. auf die dritte Linie *d*, multipliciret alsdenn die 9 mit 2, entstehet 18, mit diesen verfahret in legen, wie zuvorhero umständlich gewiesen, und halbiret auch wegen des halben in Raum *e* die 9, so 4½ ist, diese leget ebenfalls, wie oben schon gezeiget, auf, die Linie *d* mit dem ganzen anfahend, so kommt Fig. XV. unter C heraus: alsdenn so hebet die 2 auf der Linie *d* und

Fig. XIII. A. Fig. XIV. B. Fig. XV. C. Fig. XVI. D.

das halbe aus dem Raume *e* auf, und rücket mit dem Finger Fig. XVI. auf die Linie *f* zu denen 3 Pfennigen, und sprecht: 3 mahl 9 thut 27, die leget wieder wie vorhero, und sagt weiter: halb 9 ist 4½, die stellet gehöriger maßen, so entstehet Fig. XVI. *D* zuletzt, so hebet auch die 3 auf der Linie *f*, und das halbe aus dem Raum *g* Fig. XVI. auf, und nehmet die 4 letzten, sagend: 4 mahl 9 ist 36, diese leget auf *f*, darneben 3, eins in *g*, und eins in *h*; so ihr nun alles mit dem vorigen *D* gehörig verglichen, kommet endlich das Product in Fig. XVII. unter *E* heraus, und ist 6101.

Fig. XVII.



Wenn man allein mit ganzen Zahlen, oder einem halben, so auf der Linie liegen, eine einzele Zahl, als hier die 9 ist, multipliciren soll, so darf man nicht hinauf zählen, noch den Finger versetzen, sondern alsobald, entweder mit der ganzen oder halben Zahl, wie sie auf einander folgen, multipliciren und legen; so man aber die ganze oder halbe Zahl mit 2 Zahlen multipliciren soll, muß man 2 Linien höher hinauf legen, soll es mit 3 Zahlen geschehen, muß man auch 3 Linien höher greifen. Wir wollen dahero nehmen:

§. 17.

Ein Exempel mit zwey Zahlen.

Soll nun 498 mit 28 multipliciret werden, so legt man den Multiplicandum 498 durch die Zahlpfennige auf die Linien, wie Fig. XVIII. zu sehen, und schreibet den Multiplicatorem 28 zur Seiten. Die 4 nun auf der Linie *e* mit 28 zu multipliciren, so zählet von dieser Linie *e* 2 Linien hinauf in *c* oder 1000, wo das * stehet, und sagt: 4 mahl 2, als die fordere Zahl von 28, macht 8, von diesen leget nun auf eben die Linie *c* ins andere Feld 3, und darüber in den Zwischen-Raum *b* 1, welche zusammen 8 bedeuten, stehet in Fig. XVIII. A. Nun rücket um eine Linie herab, bis wieder auf die Linie *e* Fig. XIX. und multipliciret auch mit der 8, als der letzten Ziffer von 28, und sagt: 4 mahl 8 ist 32, die leget unter das Neben-Feld unter *B* also:

Zuerst gehören die 2 auf die Linie *e*, und darüber in *c* Fig. XIX. *B*, die 30, so durch 3 Rechen-Pfennige angegeben werden; weil nun bereits daselbst schon 3 liegen, wie Fig. XVIII. *A* ausweiset, so nehmet von diesen 6 fünf, bleibet also auf dieser Linie eins übrig:

übrig: da diese mit den in den Zwischen-Raum *b* schon befindlichen eben ein ganzes machen, so könnet ihr dieses auf der Linie *a* durch einen Rechen-Pfennig andeuten, und die Figur bekommt das Ansehen wie Fig. XIX *B*. Da nun die beyde Ziffern, als die 2 und 8, mit 4 multipliciret ist, so hebet also die 4 Rechen-Pfennige auf der Linie *e* Fig. XIX. auf, und weil noch ein halbes darunter liegt, womit ihr die 28 halbiren sollt, so zählet wieder, oder greifet zwey Linien, als hier in *c* hinauf, und sagt, ½ zwey ist 1, das leget in das Neben-Fach gleich zum vorigen andern in *c*, und greifet mit dem Finger wieder herab, und halbiret auch die 8, giebt 4, darzu nehmet 1 von den 2 auf der Linie *e* Figura XIX. *B*. zu welchen sie sollten gestellet werden, und leget davor 1 in das Spatium *d*, so stehet das ganze Exempel wie in Fig XX. bey *C*, also hebet das halbe in Spatio *f* Fig. XX. auf, zählet von der 4 in *g* wieder 2 hinauf in *e* und sprecht: 2 mahl 4 ist 8, davon stellet ihr 3 auf die Linie *e*, und in das Spatium *d*, hierauf greifet wieder zurück zu den 4 auf der Linie *g*, und saget: 4 mahl 8 ist 32, davon gehören 2 auf die Linie *g*, und 3 auf die darauf folgende *e*, so, daß nach Einrichtung der beschriebenen Operation, die Rechen-Pfennige, wie in Fig. XXI. bey *D* zu stehen kommen. Nun hebet auch die 4 Rechen-Pfennige auf der Linie *g* auf, und fanget wieder an, wegen des halben 2 Linien hinauf auszusetzen in *e*, wenn ihr 2 halbiret, ist 1, halbiret die 8, ist 4, welche auf die Linie *g* gehören, daraus Fig. XXII *E* entstehet. Hebet nunmehro den halben auch auf, und zählet letztlich 2 von der untersten Linie bis in *h*, und saget erstlich: 2 mahl 3 ist 6, davor legt ihr 1 in das Spatium *f*, und 1 auf die untere Linie *g*, rücket sodann mit dem Finger herab auf die letzte Linie, und sprechet: 3 mahl 8 giebt 24, diese leget auch gehörig, nemlich 4 auf die Linie *i*, und 2 auf die darüber befindliche *g*, so giebt endlich Fig. XXIII. in *F* das rechte Product, welches ist 13944.

Fig. XVIII. A Fig. XIX. B Fig. XX. C

a b c d e f g h i — 4 mal 2 — 4 mal 8

Fig. XXI. D Fig. XXII. E Fig. XXIII. F

a b c d e f g h i — X M C X I

§. 18.

Damit man sich die Sache deutlicher einbilden könne, so will noch ein Exempel mit drey Ziffern anführen:

Wenn demnach 23 mit 498 sollte multipliciret werden, so stehet es wie Fig. XXIV. weiset. Weil nun hier drey Zahlen sind, und die hinterste davon die 4 eine hundertfache ist, so muß sie auch die 2 hundertfach vermehren, und dahero ihr Product bis auf die 1000-

fache

fache Linie zu stehen kommen: Die 9 präsentiret eine zehenfache Zahl, daher muß sie um eine Linie höher kommen, als die zehenfache, die 8 aber wird der einfachen gleich gesetzet. Hierbey ist sehr wohl zu behalten, daß alle Pfennige, die da multipliciret werden, auf jeder Linie anzusehen sind, als wären sie auf der untersten oder einfachen Linie; daher obschon die 2 Pfennige auf der Linie *g* als der zehenfachen liegen, und also 20 bedeuten, siehet man sie dennoch bey der Multiplication nur vor einfach an, und sagt nicht 4 mahl 20, sondern nur 4 mahl 2, und also heisset es auch bey der 4, die eine hundertfache Zahl, 2 mahl 4 ist 8, an statt es heissen sollte, 20 mahl 400 ist 8000, dahero muß das Product 8 bis auf die 1000fache Linie gesetzet werden, wie Fig. XXIV. *A* zu sehen: Also auch mit der 9, die ist eine zehenfache Zahl, und heisset doch nur 2 mahl 9 ist 18, da es heissen sollte 20 mahl 90 ist 1800, dahero müssen die Pfennige folgendergestalt geleget werden, als 1 auf die Linie der tausend *c*, 1. auf den Zwischen-Raum *d* so 500 bedeutet, und 3 auf die Linie der Hundert *e*, und stehet wie Fig. XXIV. *B*. Mit der 8 als einfachen und letzten Zahl aber bleibt es auch bey der einfachen Zahl, und heisset 2 mahl 8 ist 16; allein da die 2 eine zehenfache Zahl ist, so muß auch 16 gesetzet werden, daß sie 160 beträget, und stehet zuletzt das Exempel, wie Fig. XXIV. *C* anzeiget. Eben auf solche Weise verfahret ihr mit der andern und letzten Operation, indem ihr nehmlich das Product aus 3 in 4 von der hundertfachen Linie *e* auszusetzen anfahet, das Product aus 3 in 9 von der zehenfachen Linie *g* und das aus 3 in 8, von der untersten einfachen Linie *i*, daß demnach das ganze Product erwachsen, wie Fig. XXV. *A B. C* weiset und 11454 ausmachet.

Fig. XXIV.	A	B	C	Fig. XXV.	A	B	C	
a					❀	❀	❀	Xm
b 498	❀	❀	❀	498				Vm
c *	❀❀❀	❀❀❀❀	❀❀❀❀	*	❀	❀	❀	M
d		❀	❀					D
e		❀❀❀	❀❀❀❀		❀	❀❀❀❀	❀❀❀❀	C
f			❀		❀		❀	L
g ❀❀			❀		❀	❀❀❀		X
h								V
i ❀❀❀				❀❀❀			❀❀❀❀	I

§. 19.

Von Dividiren sollten nun auch einige Exempel folgen, allein einen völligen Begriff davon zu geben, würde viel zu weitläuftig fallen, und nur den Raum zu nützlichern Sachen, die noch weniger bekandt sind, berauben, wie denn mehr Raum und Zeit nur mit drey wenigen Exempeln zur Multiplication weggenommen worden, als man vermeynet. Wer curieux ist, kann leicht eines unter so vielen Büchern habhaft werden, wiewohl die allerwenigsten, ja fast gar keines die Sache auf eine so deutliche Weise vorstellet, als ich hier gethan; doch ist des Caspar Schleupners das deutlichste, und den andern hierinne vorzuziehen.



Das VI. Capitel.

Rechen-Scheibe eines gewissen Franzosen, womit einem, der nur zählen und summiren kann, die Rechen-Kunst in gar kurzer Zeit zu lehren.

§. 20.

Der Inventor soll ein Rechen-Meister in Paris seyn, welcher solche in der Grösse eines Regal-Bogens heraus gegeben, wie solches Harsdörffer P. II. seiner mathematischen und philosophischen Erquick-Stunden p. 49. anführet, dessen Arbeit wir uns hier auch bedienet, weil das Original nicht habhafft werden können. Solche Scheibe bestehet aus 37 Abtheilungen oder Graden, und denn aus eben so viel durch concentrische Parallel-Circul gemachten Fächen in jeder Abtheilung, von denen letztern nur 14 auf unserm Instrument, wegen Mangel des Raums, befindlich sind. Es hält aber der erste Grad die Zahlen von 1 bis 10000, und der letzte von 10000 bis 100 Millionen: Hier aber gehen die Zahlen im ersten Grade nur von 1 bis 50, und im letzten von 10000 bis 50000. Im Centro ist ein Zeiger angeheftet, den man herumdrehen kann, und eben mit denen Zahlen bemerket, als solche auf dem ersten Grade stehen, entweder von 1 bis 10000, oder wie hier von 1 bis 50. Der Gebrauch des Instruments ist dieser: Tab. III.

§. 21.

Exempel des Multiplicirens.

Wenn ihr wissen wollet, wie viel 7 mahl 50 ist, so suchet in der Circul-Linie, um welcher zur nächst der Zeiger herum gehet, und wo der Anfang eines jeden Grades von denen 37 ist, die Zahl 7. Führet die Regel oder Zeiger *a b* daran, und sehet, welches Feld oder Circul die Zahl 50 auf der Regel berühret, so werdet ihr finden, daß es auf dem letzten geschiehet, darinnen die Zahl 350 stehet, so das Facit ist.

Dieses ist zwar, wenn die Zahlen so gleich völlig da stehen, überaus leicht, aber wenn solche zu groß, und also nicht ausgedruckt zu finden, fället es etwas schwerer, weil diese, so nicht ausgedruckt, in solche zu zertheilen, die auf der Scheibe befindlich, als: 10 und 20 stehen vor Augen, die eine auf der Scheibe, die andere auf der Regel, und zeiget, so bald 200, allein 16 und 24 findet sich nicht; daher muß ich erst 10 und 20, als die nähesten Zahlen nehmen, das Facit 200 niederschreiben, und alsdenn 6 und 20 suchen, so zum Facit hat = = 120 und unter das vorige setzen, endlich auch von 4 und 10, das Product ist = 40 und zu allerletzt auch das Product von 4 und 6 setzen, welches = = 24 ist, dieses alles nun behörig zusammen addiret giebt in der Summa = = 384 zum Product der Zahlen 16 in 24.

§. 22.

Ein ander Exempel 241 in 36 zu multipliciren.

Erst führet die Regel auf den ersten Grad mit 200, nehmet auf der Regel 30, so findet ihr darneben 6000 dieses schreibet vor euch, führet 2) die Regel auf 40, so findet ihr bey der Zahl der Regel 30 das Product aus 40 in 30, nemlich = = = = = 1200 schreibet solche unter das erste, und noch unter diese beyde 3) einmahl = 30 so wären diese Producte in ihrer Summa = = das Product 7230 aus 241 und 30; nun müsset ihr aber eben also mit der 6 ver-

fahren,

fahren, und 4) die Regel wieder auf 200 führen, so ist die Zahl, so neben 6 sich findet 1200
so auch 5) auf 40 gerücket, weiset der Zeiger das Product : : : 240
und denn zu allerletzt unter diese beyde Producte 6) einmahl : : : 6
so sind die drey Producte in ihrer Summa das rechte Product : : : 1446
aus 241 und 6 wird denn das vorige aus 241 und 30, so : : : 7230
austruge, darzu gehörig addiret, so lieget in der Summa : : : 8676
das verlangte Product der Zahlen 241 und 36.

§. 23.

Hieraus ist abzunehmen, daß eben kein Vortheil dabey zu finden, indem einer, der sein Einmahl Eins wohl inne hat, und nach der ordinairen Art zu operiren weiß, viel eher fertig werden wird, zumahl wenn sich die Zahlen beyderseits auf etliche 1000 erstrecken sollten. Es ist also eine Sache vor diejenigen, die das Einmal Eins nicht wissen. Inzwischen habe doch auch diese Art mit anführen, und durch deutlichere Exempel, als sie bey dem Harßdörfer zu finden, erklären wollen, damit man sich nicht mehr davon einbilde, als es in der That ist; Ich will auch zum Beschluß hievon noch die Exempel, die Harßdörfer gesetzet, beybringen.

Ein Kaufmann soll zahlen 8456 Ellen, die Elle a 68 Schilling, wie viel ist er schuldig? Rücke den Zeiger auf die 60, und suche 8000, 400, 50 und 6, und findest 480000, 24000, 3000 und 360, thut zusammen 507360 Schilling: Nun ist übrig 8 Schilling, die suche ich mit verrücktem Zeiger auf der achten Stuffe, und suche auf der Reihe 8000, 400, und auf den Zeiger 50 und 6, so finde ich 64000, 3200, 400, und 48, welche Zahlen zusammen machen 575008.

Exempel des Dividirens.

Ich habe 10000 mit 50 zu theilen, so seze den Finger zur Zahl 50 und suche 10000, siehe alsdenn dieser Zahl oberste Stuffe, und findest 200.

Aus drey bekannten Zahlen die vierte Proportional oder ebenmäßige Zahl zu finden.

Fünf Ellen kosten 7 fl. wie viel kosten 15 Ellen? Funfzehen mahl 7 multiplicire, wie vorgedacht, ist 105, und diese mit 5 dividiret, giebt 21, so viel muß er bezahlen vor 15 Ellen.

Der gevierten Zahl Wurzel zu finden.

Die Zahl sey 36000, daraus man die Wurzel ziehen. Ich suche auf der Stuffen 36000 in der Reihen 600, und sage daß also dieses die gesuchte Zahl.

Zu gleichem Nutzen und Vortheil hat man auch unterschiedliche Tafeln inventiret, dadurch man gleichfalls einiger Arbeit kann überhoben seyn, dergleichen wir hier ebenfalls anführen wollen.



Das

Das VII. Capitel.

§. 24.

Zur Addition und Subtraction hat Schottus in seinem Organo Mathematico eine Tabelle angewiesen, der ich darum hier gedenken wollen, wenn vielleicht ein Liebhaber sich dieselbe zu seinem eigenen Gebrauche vermehren und continuiren wollte, weil ein jeder von selbst aus der bloßen Betrachtung des Kupfer-Blatts Tab. IV. Figura I. die Verfertigung abnehmen kann. Es bestehet ihr Nutzen darinnen: Ich soll alsobald 25 und 9 summiren, so fahre ich in der allerersten Reihe oben mit dem Finger, bis ich eine von diesen zweyen, z. E. 25. gefunden, die andere Zahl 9 suche ich herunterwärts am Ende zur linken Hand, endlich gehe ich von oben herunter, und von der Linken gegen die Rechte hineinwärts, bis diese zwey Columnen in einem Quadrate zusammen kommen, in selbigem stehet die gesuchte Summa 34. Es kann aber auch diese Tafel zur Multiplication gebrauchet werden, weil das Multipliciren nichts anders ist, als eine Zahl vielmahl zu sich selbst addiren. Z. E. Ich soll 9 mit 5 multipliciren, das ist so viel als 9 fünf mahl zu sich selbst setzen und addiren, daher suchet erst oben und zur linken Seiten die Zahl 9, da findet ihr alsdenn in dem innern Quadrat 18; weil nun 18 zu 18 addiret, so viel ist als 4 mahl 9, so suchet man alsdenn wiederum oben und zur Seiten die Zahl 18 das innere Quadrat, darinnen diese zwey Reihen zusammen kommen, giebt 36, als die Summam von zwey mahl 18, und das Product von vier mahl 9; suchet ihr endlich die Summam von 36 und 9, so findet sich in dem gehörigen Quadrate 45, so auch das Product von 9 und 5.

§. 25.

In der Subtraction kann diese Tafel auf folgende Weise gebrauchet werden: Z. E. Ich soll 15 von 22 subtrahiren, da suche ich die Zahl 15 entweder in der obersten Reihe, oder in der ersten zur linken Hand, und fahre mit dem Finger in der Reihe so lange fort, bis ich die andere gegebene Zahl hier 22 finde, über derselben oder zur Seiten stehet zu äusserst der Ueberrest, so hier 7. Nicht weniger dienet aber auch diese Tab. bey der Division.

In dem letzten Exempel siehet man so gleich, daß wenn 15 zu 15 addiret wird, die Summa 30 schon den Dividendum 22 übertrifft, woraus zu schließen, daß der Divisor 15 nur einmal in dem Dividendo zu haben.

§. 26.

An einem frischen Exempel will zu mehrerm Nachdenken und Gebrauche dieser Tab. Gelegenheit geben.

Es soll 54 mit 3 dividiret werden, verfahre ich also: 1) Saget 3 zu sich selbst, 9 mahl addiret, giebt 27, da nun diese Zahl noch lange nicht dem Dividendo am nähesten kommet, sprechet 2) wieder 27 zu 27 addiret, zeiget in der Tabelle die Summam 54, welche Zahl eben den Dividendum ausmachet. Da ich nun 3 erst 9 mahl, und hernach wieder 9 mahl, das ist zusammen 18 mahl, zu sich selbst setzen müssen, ehe ich die Summam 54 erhalten; also ist mein gesuchter Quotient die Zahl 18.

§. 27.

Noch ein Stück von einer andern Tafel zur Subtraction ist unter der Fig. II. Tab. IV. aus dem Schotto zu sehen, bey deren Gebrauch in der ersten Reihe zur linken Seiten jedesmahl die Zahl so abgezogen werden soll, gesuchet wird, von dar gehet man in dieser Reihe nach der rechten Hand fort, bis man in einem Quadrat die Zahl von der man abziehen soll,

accurat findet, alsdenn präsentiret sich über derselben zu oberst in dem letzten Fache die Differenz, so man zu wissen begehret.

§. 28.

Von der Pythagorischen Rechen-Tafel.

Bey der Multiplication und Division hat ein angehender Arithmeticus sich zu förderst eine Fertigkeit zu verschaffen nöthig, daß er gleich in den Gedanken das Product wenigstens von zwey einfachen gegebenen Zahlen finden könne. Zu diesem Ende hat Pythagoras nur vor die Anfänger die Producte von den gewöhnlichen neun Ziffern in eine Tabelle gebracht, welche daher auch *Tabula Pythagorica* genennet wird, insgemein aber das Einmal Eins heisset. Ich habe dieselbe auf zweyerley Art Fig. III. und IV. Tab. IV. vorgestellet, einmal, wie es am allermeisten gebräuchlich, da ich oben oder zur Seiten linker Hand den Multiplicandum suche, und alsdenn den Multiplicatorem im ersten Falle zur Seiten, im andern Falle aber oben, und wo dieser beyden Columnen in einem Quadrate zusammen kommen, daraus das Product nehme. In dem andern fangen sich die Columnen oben jedesmahl in der Diagonal mit dem Quadrat von jeder Zahl an, und die neun Ziffern stehen in ihrer Ordnung unten und zur Seiten; daher der Gebrauch mit der erst beschriebenen Art einerley. Dieses aber ist etwas compendiöser, weil es nur die Hälfte Raum von dem ersten erfordert, immaßen alle die Zahlen in der andern weggelassenen Hälfte zu finden, so in dieser gegenwärtig, woraus auch abzunehmen, daß man sich füglich der andern oberen Hälfte auch bedienen könne, und folglich diese Tafel auch umgekehrt hier und da zu finden. Dieses habe hierbey anführen wollen, weil dergleichen doch jezuweilen bey manchen Autore angetroffen wird, und mich die Erfahrung gelehret, daß solches auch wohl nicht allzuungeübten Personen gar unbekannt und fremde vorgekommen.

Das VIII. Capitel.

Rechnung mit dem Stäbgen.

§. 29.

Von des Neperi Rechen-Stäblein.

Joh. Neperus, ein Schottländischer Baron, hat zuerst gefunden, daß kein geringer Vortheil in der Multiplication und Division entstehe, wenn das gemeine und kurz vorher beschriebene Täflein des Pythagoræ nach seinen Columnen durchschnitten werde, damit nach jeder begehrter Ordnung die gewöhnlichen Ziffern geleget, und dadurch auch die größten Zahlen exprimiret werden könnten. Und eben daraus sind seine Rechen-Stäblein entsprungen, derer Beschaffenheit will anfangs mit wenigen gedenken, und alsdenn derselben Nutzen etwas weitläuftiger durch ein Exempel erklären.

Auf einem flachen und nicht allzudicken Cörper von Holz, Pappe, Zinn, Bley, Kupfer oder Meßing beschreibet man einen rechten Winkel, und träget aus selbigem auf die Seite 9 und auf die Basin 10 gleiche Theile. 2) Ziehet durch jeden Punct mit beyden Linien Parallel-Linien, so habt ihr ein Rectangulum von 90 gleichen Quadraten, wie Fig. V. Tabula. IV. 3) Diese theilet abermahlen durch die Diagonal-Linien in zwey gleiche Triangel, dergestalt, daß der unterste von einem Quadrat *C D E* jedesmahl zur rechten Hand zu stehen komme, und schreibet 4) in diese Triangel und obere Quadrate das Einmahl Eins,

der-

dergestalt, wie es Fig. V. vorgestellet wird, nemlich, die Einer in den untersten Triangel, die Zehner hingegen in den darüber zur Linken. Z. E. Von der Zahl 12 in der Columna *B* stehet die Ziffer 2, so die Einer andeutet in dem untersten Triangel rechter Hand, und die Eines, so die Zehner anzeiget, darüber zur Linken. In die zehende Classe werden nur Nullen gesetzet; also trägt man das Einmahl Eins nicht nur auch auf die andere Seite, dergestalt, daß entweder die Columna mit dem 0 auf die forderste, und folglich die 9 auf die 2; oder aber *A* auf *B*, *F* auf *G* rc. zu liegen kommen, sondern auch noch wenigstens auf zwey andere eben dergleichen Flächen. 5) Schneidet endlich der Länge herunter diese verschiedene Einmahl Eins von einander, wie *O* weiset, und bereitet einen solchen Stab, wie *O*, noch über diese alle ins besondere, welches der Exponente oder auch Tabula applicatoria genennet wird, und diesen Unterscheid hat, daß er keine Diagonalen bekommet.

§. 30.

Wie diese Stäblein in der Multiplication zu gebrauchen.

Es soll Z. E. 30422 mit 6 multipliciret werden, so verfähret man also:

1) Leget die einzeln Stäblein dergestalt aneinander, daß ihre oberste Reihe eben den Multiplicandum ausmachen.
2) An diese stellet zur Seiten den Exponenten.
3) Suchet in dem Exponenten den Multiplicatorem 6, und
4) Schreibet aus dessen seiner Reihe die Zahlen von der Rechten gegen die Linke, dergestalt, daß ihr die in einem Rhombo befindlichen zusammen zählet, und saget: 2 ist 2, 1 und 2 ist 3, 1 und 4 ist 5, 2 ist 2, 8 ist 8, 1 ist 1. Demnach ist das ausgeschriebene Product 182532.

Wäre aber eben diese Zahl mit 503 zu multipliciren, und bestünde folglich der Multiplicator aus mehr als einer Ziffer, wird das Product gefunden, wie folget:

1) Exprimiret den Multiplicandum durch die oberste Quadrate der Stäblein.
2) Setzet darneben den Exponenten-Stab.
3) Suchet darinnen eine Ziffer von dem Multiplicatore, z. E. 5, und schreibet aus dessen Reihe gehöriger maßen sein Product; dergleichen thut mit allen übrigen Ziffern, und behaltet nur dabey, daß ihr die Producte von ihnen also untereinander setzet, wie die Stellen der Ziffern in dem Multiplicatore erfordern, wie hier

Prod. von 5 ist:	152110
Prod. von 3 ist:	91266

4) Addiret solche, so giebt die Summa 15302266 das gesuchte Product.

§. 31.

Wie die Stäblein in der Division zu gebrauchen.

Der Gebrauch dieser Neperianischen Stäblein ist in der Division fast noch bequemer als in der Multiplication, und demnach um so viel angenehmer, weil an und vor sich selbst die Division den Anfängern etwas beschwerlich ist, z. E. 95768. soll dividiret werden durch 43, so verfahret also:

1) Schreibet den Dividendum auf ein Blättgen, und setzet zur Seiten den Divisorem.
2) Exprimiret mit dem Stäbgen in den oberen Quadraten den Divisorem 43. Fig. II. Tab. V.
3) Suchet, welche Zahl in den unteren Reihen des Divisoris sich von den zwey oder

drey ersten Ziffern des Dividendi entweder gleich abziehen lässet, oder ihr am allernähesten kommt, ist hier 86, diese ziehet

4) Von der darüber stehenden Zahl 95 ab, und setzet das Residuum 9 darüber, die neben ihr in dem Exponenten-Stäblein befindliche Ziffer 2 aber schreibet hinter in den Quotienten, stehet also:

```
      9
    95768 } 2
43) 86
```

5) Sehet abermahlen welche Zahl an den unteren Reihen des aus den Stäblein zusammen gesetzten Divisoris sich von 97 abziehen lässet, oder ihr gleich kommt, ist hier wiederum 86, und folglich der neue Quotient wieder 2. Das Exempel stehet also:

```
      91
    95768 } 22
43) 886
      8
```

Und dergestalt wird mit der Operation continuiret, biß der Quotient seine Richtigkeit hat, wie aus dem Exempel ohne fernere Beschreibung zu ersehen:

```
      13
      9107
    95768          7
43) 88661 } 222 + ---
    880            43
      8
```

§. 32.

Was diese Stäblein bey Außziehung der Wurzeln vor Nutzen haben.

Der Gebrauch dererselben ist sonderlich bey Außziehung der Quadrat-Wurzel gar leichte, bequem und angenehm, in Außziehung der Cubic-Wurzel aber können sie nicht weiter, als wo multipliciret werden muß, gebrauchet werden, darum will hier nur an einem einigen Exempel anmerken, wie sie bey Außziehung der Quadrat-Wurzel zu gebrauchen.

Wenn z. E. aus dem Numero 104976. die Quadrat-Wurzel zu ziehen sey, thut man also:

1) Theilet die gegebene Zahl von der rechten gegen die linke Hand in Classen, und eignet einer ieden zwey Ziffern zu 10 | 49 | 76.

2) Suchet von 10, als der letzten Classe zur linken Hand, ihr Quadrat, oder eine ihr am nähesten kommende Zahl in der Columna Quadratorum, so allhier 9 ist: Ziehet diese Zahl von 10 ab, setzet den Rest darüber, den Radicem 3 aber, so in einer Reihe mit dem Quadrat 9, und zwar äusserst zur rechten Hand stehet, in den Quotienten.

```
   1
  10 | 49 | 76 } 3
   9
```

3) Nehmet das Duplum des gefundenen Quotientens 3, welches gleich zwischen der Wurzel und dem Quadrat in dem Täflein Fig. V. Tab. V. stehet, ist hier 6.

4) Leget dasjenige Stäblein, so dieses Duplum 6 in dem oberen Fache führet, an das Quadrat-Täflein, und sehet daraus, welche Zahl unter diesen der andern Classe nebst dem Reste der vorigen zusammen am nähesten kommt, den Exponenten, der mit dieser Zahl zur Seiten in einer Reihe stehet, schreibet in Quotienten, und ziehet die Zahl gehörig ab:

```
  1 3 5
1 0 4 0 7 6 } 32
  9 2 4
  1
```

5) Die dritte und vierte Operation wiederholet so ofte, als noch Classen an der gegebenen Zahl übrig, das ist, duplirt den Quotienten, ist hier 64, leget das Duplum an das Quadrat-Täflein, und sehet, welche Zahl davon der übrigen 2576 gleich, oder ihr am näheßten kommt, diese setzet unter, ziehet sie ab, und den Exponenten bringet hinter in Quotienten, so ist es gethan. Siehe Fig IV. Tab. V.

```
  1   2 5
1 0 | 4 0 | 7 6 }
  9 | 2 4 | 7 6 } 324
  1   2 8
```

NB. Fig. V. und VI. sind die Täflein vor die Quadrate und Cubos, welche eben von der Materie, wie die Stäblein, und in eben der Größe gemachet sind. Das Quadrat-Täflein bestehet aus drey Columnen, davon die erste zur Rechten die Wurzeln, die Mittlere das Duplum der Wurzel, und das Letzte zur Linken die Quadrate sind. Das Cubic-Täflein hat vier Columnen, davon hat die erste abermahlen die Wurzeln, die andere die Quadrate, die dritte und vierte aber die Cubos.

§. 33.

Weil diese Rechen-Stäbgen leicht in Confusion kommen, oder verlohren werden, so hat der fleißige Pater Schotte solche zusammen in ein Kästgen appliciret, da alles auf etlichen Walzen feste ist, und doch jede Zahl oder Reihe die verlanget wird, alsobald kann hervorgebracht werden. Wir wollen solches hier auch mit anfügen.

Beschreibung des Rechen-Kästgens Caspar Schotti, nebst seinem Gebrauche.

A B C D E F G H Figura VII. Tab. V. ist das Kästgen mit sammt dem Deckel *F G H A*. Daran sind *I K*, *I K*, &c. gleich lange und dicke Cylindri an der Zahl, so viel als man verlanget, es können derer aber 10 gnug seyn. Dererselben äussere Fläche theilet man der Peripherie nach in 10 gleiche Theile, die Länge herunter aber nur in 9, wodurch 90 Quadrate um den Cylinder herum entstehen, wenn sowohl mit der Peripherie als mit der Achse Parallel-Linien durch die Theilungs-Puncte gezogen werden. Durch die Quadrate aber ziehet man, gleich den Neperianischen Stäblein, die Diagonalen, und schreibet in die dadurch gemachte Triangel, wie in jene, die Zahlen aus dem Einmahl eins. Man kann auch das im Kupfer gestochene Täflichen Fig. V. Tab. IV. darüber ziehen.

Diese Cylinder sind also beschaffen und von einander gestellet, wie Fig. VII. Tab. V. zeiget, daß jedesmahl zwischen zweyen ein Raum *M N* übrig bleibet, und man von jedem Cylinder nicht mehr als ein Quadrat breit auf einmahl sehen kann. Dieser Raum hat eben wie die Cylinder 9 gleiche Theile; an beyden Enden sind die 9 Ziffern in ihrer arithmetischen Progreßion eingeschrieben, davon auf der zur rechten oder linken Hand sich das Planum, darauf sie geschrieben, z. E. von dem zehenden Cylinder abwinden lässet, um daß diejenigen Stäbe, so bey einer und der andern Operation nicht vonnöthen, damit verdecket werden können.

Gedachte Cylinder haben aussen zur Seiten ihre Griffe *L*, damit man sie nach Gefallen umdrehen, und den Umständen gemäß stellen kann; denn um jeden Cylinder kommen in jeglicher obersten Reihe durch sein Herumdrehen alle 9 Ziffern, wie auch die 0 zum Vorschein.

§. 34.

Der Gebrauch, so nur auf die Multiplication und Division gerichtet, bestehet darinnen:

Z. E. Es ist 635247918 gegeben worden, daß mit 5 multiplicirет werden solle; weil nun der Multiplicandus aus 9 Ziffern bestehet, drehet man auch 9 unmittelbar auf-einander folgende Cylinder in dieser Rechen-Machine so herum, daß sie in ihren obersten Fächern die Ziffern in der Ordnung, wie sie in der gegebenen Zahl auf einander folgen, vorstellen, wobey zugleich abzunehmen, daß es einerley, ob man sich der Cylinder von der Linken gegen die Rechte, oder von der Rechten gegen die linke Hand, jedoch in gehöriger Ordnung, bedienen wolle. Nach solcher richtigen Stellung der Cylinder, schreibet man, wie bey den Neperianischen Stäblein, die in der fünften Reihe aufeinander folgende Ziffern, gehörig aus, welches hernach eben das verlangte Product. Die rechte und begehrte Reihe zeiget die zur Seiten befindliche Tabula Applicatoria, oder der sogenannte Exponente *M N*. Bestehet hingegen der Multiplicator aus mehr als einer Ziffer, z. E. aus 324, so suchet man, wenn einmahl die Cylinder nach den gegebenen Multiplicandum eingerichtet, eine Ziffer des Multiplicatoris nach der andern, auch ausser ihrer Ordnung, in den Exponenten *M N*, und schreibet das ihr zur Seiten in der Reihe stehende Product gehörig aus, behält aber im übrigen bey Ueber- oder Untereinanderschreibung der Producte die Ordnung, welche die Ziffern in dem Multiplicatore ihren Stellen gemäß haben. Z. E. ich suchte zur erst das Product von der 2, hernach von 3, und endlich von 4, vermittelst des Exponenten-Täfleins *M N*, so müßten die drey Producte folgendergestalt übereinander gesetzet werden:

Prod. von 2 ist	1270495836
Prod. von 3 ist	1905753754
Prod. von 4 ist	2540991672
	205821325432

Wie nun aus diesem Exempel genugsam abzunehmen, daß diese Rechen-Machine mit allem dem übereinkomme, was oben von den Neperianischen Stäblein in der Multiplication vorgebracht worden, also verhält es sich damit eben auch in der Division, daß man nemlich nur mit denen Cylindern den Divisorem exprimiren darf, und alsdann nachsehen, welche Reihe unter denselben sich bey dem Dividendo nach der Größe des Divisoris untersetzen lasse, so daß sie mit selbigem überein oder ihm am nächsten komme: Die Tabula Applicatoria oder der Exponente *M N* giebet hernacher den Quotienten an; und also würde es überflüßig seyn, dieses aufs neue mit Exempeln wieder zu erklären.

§. 35.

Von denen Sexagenal-Stäbgen.

Gleichwie die Neperianischen Stäbgen zur Decimal-Rechnung sehr dienlich sind, also hat man sich auch bemühet zur Sexagenal-Rechnung, bey der Astronomie, weil solche die Grade in 60 Theile theilet, eine Erleichterung zu schaffen. Es hat hiervon der berühmte Herr D. Samuel Reyher in Kiel An. 1688 eine deutsche und lateinische Beschreibung, jene in 8vo, diese in 4to ans Licht gestellet, auch die Tafeln zum Stäbgen dabey drucken lassen, und sowohl die Rechnung mit der Feder und Zahlen, als mit denen Stäbgen und allen Vortheilen gar deutlich gezeiget. Er gedenket aber in der Dedication, die an den dazumahl noch lebenden Herrn Georg Bosen, so der Beförderer der Goldmannischen Architectur

durch Hrn. L. Sturm gewesen, gerichtet ist, daß er dergleichen Stäblein 22 Jahr zuvorhero gesehen, die der Herr Heinrich von Quuolen verfertigen lassen.

Die Einrichtung und Zubereitung der Sexagenal-Stäblein des Hrn. D. Reyhers aber ist von den Neperianischen eines theils nur darinnen unterschieden, daß die Multiplication der Zahlen von 1 bis auf 60 steiget, und folglich andern Theils in den durch die Diagonalen unterschiedenen Quadraten in den untersten Triangel zur rechten Hand die Zahlen befindlich, die noch kein Ganzes, das ist 60, ausmachen, in den oberen aber zur Linken die Ganzen, wie viel der durch die Multiplication entstanden, gesetzet werden. Davon z. E. ein einiges Stück aus einer Reihe hier beyfügen will, daran man dieses wahrnehmen kann.

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
7	42	49	56	1/3	1/10	1/17	1/24	1/31	1/38	1/45	1/52	1/59	2/6	2/13	2/20	2/27	2/34	2/41	2/48

Ihr Gebrauch hingegen kömmet völlig mit den Neperischen Stäblein überein, so daß man in der Multiplication den Multiplicandum durch die oberste Reihe dieser Sexagenal-Stäblein exprimiret, und in der Tab. Applicatoria, oder dem Exponenten-Täflein, den Multiplicatorem suchet, und im übrigen wie bey den Neperischen, den mit diesen in einer Reihe stehenden Numerum ausschreibet; in der Division verhält man sich eben so wie bey jenen. Und also habe auch nicht vor nöthig gefunden, die Sexagenal-Tafeln zu denen Stäblein besonders beydrucken zu lassen, zumahlen da sie wegen ihrer Größe einen ziemlichen Theil von dem ohne dieses benöthigten Raume würden weggenommen haben.

§. 36.

Die Leupoldische Rechen-Machine mit Abtheilung der Neperianischen Stäbgen.

Die Figur ist hiervon Tab. VI. Figura I. perspectivisch, Figura II. ein Stück in Profil und Figura III. eine Scheibe in Profil zu sehen.

Es werden 10 oder mehr Scheiben gemachet von solcher Größe, daß man sie in 9 oder 10 Flächen eintheilen kann, so lang und breit als es ein Neperianisch Stäblein erfodert. Alle diese Scheiben haben in der Mitten ein Loch *a* Figura III. dadurch ein Stift gehet, wenn man solche Scheiben beysammen und ihre Dicke hat, machet man ein Gehäuse Figura I. mit zweyen Seiten-Wänden, wie eine *ABCDE*, und lässet den Stift oder die Achse durch derer Mitte *F* gehen, die Seiten-Wände werden unten auf einem Fuß *GHI* feste gestellet, und auf die Oeffnung von *A* bis *C*, und von *B* bis *E* mit einem dünnen Brettlein oder Blech aneinander gefüget, und die Scheiben bedecket, von *C* bis *E* aber ist es offen, daß man die Abtheilung völlig sehen kann. Eine jede Scheibe hat am Ende der Fläche ein Löchlein als über denen Zahlen 1. 2. 3. ꝛc. damit man einen spitzigen Stift hinein stecken, und sie herum drehen kann, wie es nöthig ist; daß aber die darneben stehenden nicht mit verrücket werden, sind auf der Seite so viel Federn an die krumme Wand *BEKL* unten in *b* Figura II. mit einem Schräubgen angemacht, die oben bey *c* einen Stift haben, der sich in die Löcher, darein man den Stift zum umdrehen stecket, begeben und verhindern muß, daß die Scheibe nicht weichen kann, die man aber fortrücken will, an derselben wird das Blättgen *d* mit der Hand gefasset, und zurück gezogen, so kann man solche mit dem Stifte fortschieben. Hier sind die Scheiben mit gleichen Flächen aussenher gemachet, es können aber solche auch rund gelassen werden; die Operation ist eben, wie sonst bey diesen Stäbgen, gebräuchlich.

§. 37.

Noch eine andere der vorigen fast gleiche Machine.

Lasset euch einen Cylinder von Holz drehen, beynahe von der Größe, daß auf dessen Peripherie die Länge von 9 Neperianischen Stäbgen Raum hat, machet darüber von Papier eine Röhre, wie zu denen Tubis gebraucht wird, von der Länge, als etwa 10 oder mehr Neperianische Stäbgen breit sind; die Röhre machet, daß sie ohne Zwang sich um den Cylinder, doch auch nicht allzuwillig, bewegen lässet, lasset hierauf diese Röhre vom Drechsler in so viel Ringe mit einem dünnen und scharfen Meisel zertheilen, in der Breite als eure Stäbgen oder Kupfer hierzu breit sind, und kleibet alsdenn auf jeden Ring 9 Stück, wie sie auf der Tafel Figura V. Tabula IV. abgebildet sind. Der Exponente ist nur einmahl nöthig, auf solche Weise werden auch die Täfelgen bey voriger Machine aufgetragen. Solchen Cylinder kann man zwischen zwey Säulgen auf einem Fuße feste machen, daß er feste stehet, und sich nicht beweget, und dennoch die papiernen Ringe können umgedrehet werden, und damit einer den andern nicht mit fortnimmet, können ganz schmale Ringe, eines dünnen Messer-Rückens stark auf dem Cylinder darzwischen geleimet werden.

§. 38.

Mr. Grillet Rechen-Kästgen oder Machine.

Es hat dieser Autor 1678 einen Tractat aus eigenem Verlag unter dem Titel publiciret: Nouvelle Machine d' Arithmetique par le S. Grillet. Horol. in 4to a Paris von 170 Blatt; den Tractat selbsten habe nicht erhalten können, derowegen nur dasjenige was das Journal des Scavans 1678 p. 170. hiervon referiret, nehmen müssen, welches aber sehr unvollkommen und kurz. Die Machine ist hier Tab. VI. Fig. IV. zu sehen, und stellet zweyerley vor: Erstlich ist unten der Grund-Riß eines Kästgens mit Cylindern, darauf die Tabulæ Neperianæ getragen sind, und mit der Schottischen übereinkommet, die wir in voriger Tafel beschrieben haben, ohne, was er wegen der Cubic- und Quadrat-Rechnung noch beygefüget, davon in unserm Text keine Beschreibung vorhanden; sonsten hat er nur fünf Stäbgen oder Cylinder genommen. Das Journal saget hiervon: man könne mit dieser Machine alle dasjenige thun, was die Stäbgen Neperi, das Rad des Pascalis, der Cylinder des Herrn Petit zu thun vermögen, und zwar mit diesem Vortheil, daß diese Machine sehr leichte und commode mit kann herumgeführet werden, indem sie bloß aus einem kleinen Kästgen bestehet, welches eine Figuram rectangularem hat, womit man alle Regeln der Arithmetic auf eine sehr leichte Art practiciren kann: *a b c* sind die Knöpfe, damit man die Cylinder mit denen Tabellen umdrehet. Auf dem Deckel dieses Kästgens sind 24 Scheiben befindlich, so der Autor Systemata nennet, jede bestehet aus 3 Cirkeln mit ihren Zahlen, der kleineste, der beweglich ist, wird mit der Spitze eines Styli herum gedrehet, welchen Stylum man in die kleinen Löcher stecket derjenigen Zahl, die in der kleinen viereckigten Oeffnung zum Vorschein in jedem Systemate, wo die Zahl 5 stehet, erscheinen soll. Und dieses geschiehet, wenn man die Nadel der 0, welche unten an jedem Systemate unbeweglich ist, gerade gegenüber geführet hat. Der mittlere Cirkel dienet zum Addiren, und der größte zum Subtrahiren.

Weitere Nachricht finden wir nicht. Es ist aber zu wissen, daß die 2 äusserlichen Cirkel mit ihren Zahlen feste und unbeweglich sind; die mittlere kleine Scheibe aber mit denen Zahlen und Löchlein ist beweglich, und untenher ist an solche eine andere Scheibe, auch mit dergleichen Zahlen, wie aussenher stehen, doch in anderer Ordnung, befestiget, also, daß wenn die äusserliche kleine gedrehet wird, sich auch die innere grosse drehet.

Das

Das IX. Capitel.

Rechen-Machine Johannis Poleni.

§. 39.

Es hat der Herr Polenus, der auch durch viel andere curieuse Schriften sich bekannt gemacht, eine Rechen-Machine erfunden, und solche in seinen sogenannten Miscellaneis die 1709 in 4to zu Venedig heraus kommen, verzeichnet und beschrieben, dessen Figur wir hier Tabula VII. nebst seiner völligen Beschreibung beyfügen wollen.

Gebrauch und Beschreibung der Rechen-Machine.

Da ich zu verschiedenen mahlen sowohl von Gelehrten selbst, als auch aus ihren Schriften Nachricht erhalten, wie der berühmte Pascalis und Herr von Leibnitz jeder eire arithmetische Machine, sonderlich zum Multipliciren, hätten verfertigen lassen, gleichwohl aber davon weder eine Beschreibung bekommen, noch auch nur erfahren können, daß dergleichen herausgegeben worden; als habe ich sehr begierig gewünschet, wo nicht die Machine selbst zu errathen, doch wenigstens eine andere von eben dergleichen Wirkung und Nutzen auszusinnen. Worauf denn auch so glücklich gewesen eine Machine zu erfinder, vermittelst welcher auch der Unerfahrenste in der Arithmetic, wenn ihm nur die Zahlen bekannt, die Species darmit ausüben kann. Ich liesse solche, so wie ich sie entworfen, sogleich aus Holze zusammen setzen, aber es gerieth diese zum Anfang etwas schlecht, doch sahe ich, daß die Sache gar wohl möglich, aber doch nicht so leichte ins Werk zu setzen. Derohalben liesse nochmahlen von neuen mit allen möglichen Fleiß diese aus härtern Holze zubereiten, welche Arbeit auch nicht vergeblich gewesen. Denn daß solche nach Wunsch gerathen, können nicht nur viele prave verständige Leute, die sie bereits gesehen, bekräftigen, sondern es kann solche Machine noch gegenwärtig von jedem selbst gesehen werden. Dieses aber führe darum an, weil mir zukommt die Sache der Wahrheit gemäß zu bestärken, andern aber stehet frey, von der Erfindung und ihren Theilen zu urtheilen, welchen, daß sie es desto eher bewerkstelligen können, ich hiermit die Beschreibung und den Gebrauch meiner Machine übergebe.

Das Rad *abc* Fig. I. hat 50 Zähne, und beweget die ganze Machine.

qy ist die Achse dieses Rades *abc*, die mit ihrem einem Ende zu oberst der eisern Stange *fed* zwischen dem Rade *abc* und dem Rade *JHK*, mit dem andern aber ingleichen hinter dem viereckigten Brete *DEGF* aufflieget und sich beweget.

li ist eine hölzerne Walze, um welche ein Strick mit einem angehenkten Gewichte *k* gewickelt.

gh ein daran gestecktes Rad, so inwendig ausgezahnet, gegen welche, wenn das Gewichte ziehet, und der Strick angezogen wird, zwar eine Feder sich stebet, die in die hölzerne Walze befestiget ist, aber auch wenn das Gewichte mit dem Strick aufgezogen wird, nachgiebet, und gemächlich über die Zähne des Rades wegschleifet. Dergleichen Räder finden sich an allen Uhren.

cm ist ein aus 6 Kämmen bestehendes Getriebe, darein das Rad *abc* eingreifet.

sr ein aus 27 Zähnen bestehend Kamm-Rad, so mit dem Getriebe *cm* an einer Achse, welche auf dem eisern Stabe *fed* und der hölzern Säule *tp* auflieget.

oxz der Perpendicul, welcher mit zwey an die Zähne des Rades wechsels-weise anstossen-

stossenden Stiften versehen, den schnellen Lauf des Getriebes *c m*, und folglich des Haupt-Rades *a b c* reguliret und gleich erhält.

l n ist ein Strick, der um die Walze *l i* sich wickelt, und dem das Gewichte *k* angehenket wird. Der Auszug oder Ablauf des Strickes kann ausser der Machine geschehen, und vermittelst der Kloben die zwey bis drey Rollen haben können, verkürzet werden.

k das Gewichte, welches, indem es an das Seil *l n* gehenkt, dasselbe heraus ziehet, treibet die Walze *l i* und das Rad *a b c* herum.

Vermittelst diesen allen wird das Rad $\beta\ \tau$ und das an eben seine Achse befestigte *Q S T* zugleich umgetrieben, und zwar da das Rad *abc* so, wie die Buchstaben *a b c* aufeinander folgen, herumgehet, beweget sich das andere *Q S T* nach der Ordnung der Buchstaben *T S Q*. Bey dieser in einander gehenden Bewegung setze ich zum voraus: daß wenn das Gewichte angehenget, und sonst keine Hinderniß zugegen, das Rad *Q S T* beständig umlaufen müsse.

J H K ist ein Rad von 72 Kämmen oder Zähnen.

L M ist die Achse dieses Rades *J H K*, davon ein Ende in den Quer-Balken *P L* bey *L* ruhet, das andere aber durch das Loch *M* in dem viereckigten Brete *D E F G* gestecket, und in einen Griff *M N* gekröpfet.

E D F G ein viereckigt Bret, dessen Diameter mit der Basi der Machine, an deren fordern Wand es angemachet, parallel ist.

2. 5. 9. ein Cirkel oder Scheibe, die in das viereckigte Bret *D E F G* eingelassen, und sich darinnen herum drehen lässet. Die Peripherie ist in neun gleiche Theile getheilet, und jeder mit einer von den Ziffern *1. 2. 3. &c.* bezeichnet.

u. u. sind Oeffnungen, die denen Ziffern jedesmahl zusagen und auf sie passen.

u. o. ein beweglicher Stift, der sich in alle Oeffnungen schicket, und darein stecken lässet.

Um nun zu begreifen, wie alle diese Stücke zu Hemmung des Rades *QST* dienen können, dazu sie eben angeordnet, muß zuförderst behalten werden, daß das Rad $\beta\ \tau$ an der Welle *V T* befestiget seyn, und das Stücke *V 1* von der Welle *V T* acht Zähne haben müsse, welche in die Zähne des Rades *J H K* eingreifen. Daher wenn das Rad $\beta\ \tau$ und folglich die Welle *V T* umgedrehet wird, gehet zugleich das Rad *J H K* nach Ordnung der Buchstaben *J H K* fort, und mit ihm der Griff *M N* um die Scheibe *2. 5. 9.* Dieser Griff, wenn er an den Stift *o u* stösset, bleibet stehen, und hemmet sodann auch das Rad *H J K*. Mit diesen stehen zugleich auch die Räder $\beta\ \tau$, *a b c*, *Q S T* und demnach die ganze Machine stille.

Weil das Rad *J H K* 72 Zähne, die Welle *V 1* aber 8 hat, so muß die Welle *V T* und das an ihr feste Rad *Q S T*, wenn sie einmahl herumgegangen, den neunten Theil durchlaufen haben von dem Rade *J H K*. Da nun die Oeffnungen *u u* so weit von einander seyn sollen, daß der Griff von einer bis an die andere zu stehen komme, wenn er den neunten Theil der Scheibe *2. 5. 9.* passiret, so wird denn, so oft der Griff von einer Oeffnung zur andern gekommen, ebenfalls der neunte Theil von der Peripherie des Rades *J H K* ausgewunden, die Welle *V T* aber mit dem Rade *Q S T* ganz einmahl herum gehen. Woraus folget, daß so der Griff bis zum andern Loche *z u* fortgerücket, das Rad *Q S T* zweymahl, wenn er zum dritten gekommen, dreymahl u. s. f. herumgegangen.

Wenn wir nun z. E. setzen: das Rad *Q S T* soll dreymahl umlaufen, so muß in die Oeff-

Oeffnung *u*, *3*, (weil daselbst die Scheibe die sich beweget *2. 5. 9.* diesem zusaget,) entweder der Stift *u O*, oder an dessen Stelle ein ihm gleicher eingestecket werden; denn nachdem der eine Stift *u O* heraus gezogen, fängt das Rad *Q S T* an dreymahl herumzulaufen, und bleibt endlich, weil der Griff wegen des Stiftes nicht weiter fortgehen kann, stille stehen.

V T die Welle, so mitten durch die Räder *β τ* und *Q S T* gehet.

V I der hintere Theil dieser Welle *V T*, so ein Getriebe von acht Stöcken, ausmachet, darein das Rad *I H K* eingreifet.

B υ τ Φ ist ein an die Welle *V T* befestigtes Rad, so 50 Zähne hat, welche in das Stern-Rad *a b c* eingreifen: es ist dieses dreymahl so stark als das Rad *a b c*.

Die eine Helfte *Q T T* des Rades *Q S T*, so an eben der Welle *V T* feste, ist gleich so dicke als das Rad *a b c*, die andere Helfte aber *Q S T* ist in drey gleiche Theile getheilet, davon der erste *Q R Σ* noch einmahl, der andere *R T S* zweymahl, und der dritte *S Φ T* noch dreymahl so stark als *a b c*. Von diesen drey Ausschnitten hat oben ein jeder *a b*, *c d*, *e f* 9 Zähne, die also beschaffen, daß, wenn sie aufgerichtet werden, sie auf den Peripherien dieser Ausschnitte perpendicular stehen, so man sie aber niederleget, mit den Seiten-Flächen der Ausschnitte einen rechten Winkel machen. Wie aber diese Zähne dergestalt aufgerichtet und niedergedrucket werden können, lässet sich aus folgendem schliessen.

a b c Fig. 2. ist die eigentliche Abbildung eines Zahnes, wie er in *e* durchbohret.

d f g h ist ein abgeschnitten Stück aus einem Ausschnitte des Cirkels *Q S T* Fig. I. wo sich die Zähne befinden. Es stellet aber dieses den neunten Theil des Ausschnittes *S Φ T* vor, darinnen sich ein Zahn nach Gefallen aufrichten und niederlegen lässet. Fig. III.

l n p q o k ist der Einschnitt, darein der Zahn *a b c* Fig. IV. und V. zu schieben, durch welchen, wenn er in die Oeffnung gestecket, die nach der rechten Linie *s r* gebohret, ein Draht durch das Loch *e* gehet, an dem der Zahn *a b c* sich frey bewegen und drehen lässet; nebst diesen muß bey *u* ein Feder-hartes Blech *t u* feste gemachet seyn, das dazu dienet, damit ein in die Höhe gerichteter Zahn nicht ohngefehr niedergestossen, noch ein niedergelegter gleichfalls in die Höhe leicht gezogen werden könne. An den Zahn aber ist ein kleiner Arm oder Hebel *x y* gemachet, der bey *z* in der länglichtrunden ausgelochten Oeffnung befestiget, und durch eine andere Oeffnung *A B* in dem Rade *Q S T* durchgestecket. Wenn nun bey so gestalten Sachen dieses Hebels Ende *y* heraus gezogen wird, richtet sich der Zahn auf, drücket man aber solches hinein, leget sich derselbe nieder. Fig. I. Dieses ins Werk zu richten, kann man in die Machine fornen zwischen dem viereckigten Bret und der Wand, wie auch durch das Loch *q q* mit der Hand hineingreifen.

Da nun an dem Rade *Q S T*, das vermittelst des Rades *β τ* umgetrieben wird, in einem jeglichen oben beschriebenen Ausschnitt nach Gefallen auch alle 9 Zähne aufgerichtet werden können; also kann man auch im Gegentheil nur so viel aufrichten, als in jedem Theile verlanget wird.

Die Zähne der Dicke *a b*, welche zur Rechten an die erste Dicke des Rades *Q S T* stossen, bedeuten die Einer, die folgenden in *c d* die Zehner, und die nachstehenden in *e f* die Hunderte, und so man diesen Stärken noch mehr nachfolgen lassen wollte, bedeuteten diese die Tausende, u. s. w. Wenn man sich nun des Rades

QST bedienen will, um eine Zahl z. E. 279 zu exprimiren, müssen in der Peripherie *ab* neun Zähne, in *cd* sieben, und in *ef* zwey Zähne in die Höhe gerichtet werden. Auf gleiche Weise lassen sich alle Zahlen, die mit drey Ziffern geschrieben sind, ausdrucken.

1. 2. 3. ist eine an das Rad *XZ* befestigte Schraube, die horizontal lieget. Ihre Schrauben-Gänge sind so weit, als das Rad *a b c* dicke ist.

η. 5. 5. die Schrauben-Mutter zu *1. 2. 3.* die in Form eines Schwalben-Schwanzes *5. 5.* in den Falzen des Gehäuses *6. 7. 8. 9.* geschoben werden kann. Diese Schrauben-Mutter lässet sich durch Umdrehung des Rades *XZ* nach *8. 6.* hinzu, und auch davon wegschrauben.

ημΘ ist ein Theil an der Schrauben-Mutter in Form eines Ohr-Läppgens, so in der Mitte durchlocht, darinnen der Zapfen *μΘ* von der Welle *VT* gehet. In diesem Lager gehet und laufet nun zwar die Axis, sie kann aber doch weder hinter noch vor sich rucken, sondern lässet sich allein, wie die Schrauben-Mutter selbst, gegen das Theil *6. 8.* oder von selbigem wegschrauben.

Wie das Rad *ZX* herumgedrehet wird, windet sich auch die Schraube *1. 2. 3.* die Zahl der Zähne an diesem ist willkührlich.

ΘΩ ist eben ein Rad, wie *ZX*, und hat auch so viel Zähne als dieses.

Zwischen diesen Rädern *ZX* und *ΘΩ* ist ein anders *ZΔ*, dessen Zähne in dieser beyden ihre zugleich eingreifen.

Drehet man nun den Griff *ΦX* einmahl herum, so treibet man auch das Rad *ΘΩ* und dieses wiederum vermittelst des Rades *ZΔ* das dritte *XZ* ebenfalls einmahl herum.

Hiedurch wird die Schrauben-Mutter, die Welle *VT*, und das an ihr fest gemachte Rad *Q S T*, vermöge der Achse *μ ω* gerücket, so daß, wenn die Schraube einmahl herumgeschraubet wird, das Rad *QST* dem hindern Theile der Machine näher kommt, so sie aber aufgeschraubet wird, solches nach dem fordern Theil rücket.

Da nun durch einmahl Umdrehen des Griffes *ΦX* das Rad *ZX* und die Schraube *1. 2. 3.* auch einmahl umgedrehet werden, vermittelst der Umdrehung der Schraube aber, eben die Mutter um die Weite eines Schrauben-Ganges vor oder hinter sich gerücket wird, welche Weite der Dicke des Rades *abc* gleich ist; also wird folglich auch bey Auswindung eines Schrauben-Ganges das Rad *QST* ebenfalls nur um die Dicke des Ausschnittes *ab*, oder *cd*, oder *ef*, auf einmahl vor oder hinter gerücket.

Wenn diesemnach durch einmahl Umdrehen des Griffes das Rad *Q S T* um die Dicke *cd* weiter hinter rücket, trifft das Theil *a b* nicht mehr an das Rädgen *n o*, sondern auf das folgende *rs*; ingleichen das Theil *b d* nicht mehr an das Rädgen *r s*, sondern an *t u*, und treibet solches um, gleicher Gestalt verhält sichs auch mit denen folgenden.

Es kann aber überhaupt das Rad *Q S T* zweymahl die folgende hintere Rädgen treffen, denn wenn aufs höchste die Peripherie des Rades *a b c* eben auf die Peripherie *v τ* von dem Rade *β τ* eintrifft, und der Theil *a b* das Rädgen *t u* umtreibet, so können *c d* und *e f* noch zwey folgende Rädgen umtreiben, die, um Irrung zu vermeiden, in der Figur weiter nicht ausgezeichnet sind. Da aber das Rad *QST* zweymahl hintergerücket werden kann, so folget, daß es auch vorwärts eben zweymahl gerücket werden könne, ehe es in seinem ersten Stand kom-

komme. Diesemnach kann man die Zähne des Rades *Q S T* auf alle Rädgen, welche man nur will, stellen.

Die Rädergen *n o, r s, t u &c.* haben alle 10 Zähne, und werden beschriebener maaßen durch das Rad *Q S T* umgetrieben, sie sind aber also gestellet, daß die Zähne des Theils *g b* in die Zähne des Rädgens *no*, die von *c d* in *r s*, und die von *e f* in *t u* bey Umtreibung des Rades *Q S T* eingreifen. Dieser Rädergen sind vornehmlich sechs, denen aussen die 6 Scheiben *g h* zusagen, es sind aber nur drey davon, um Irrthum zu verhindern, in der Figur aufgezeichnet. Sollte man noch mehr solcher Rädergen nebst ihren Scheiben anbringen, würde diese Machine auch bey denen arithmetischen Operationibus mit mehrern Ziffern gebrauchet werden können. Denn es ist vor sich klar, daß nach dieser Invention eine jede Zahl heraus zu bringen sey.

Die Achsen dieser Rädergen *m i* sind bey *i* durch Oeffnungen gestecket, und mit diesem Ende daselbst eben wie ein Griff gebogen, welche Griffe in dem Kupfer-Stiche ausgelassen.

m Z sind kleine eben an der Achse befestigte ausgezahnte Rädergen.

Z ist ein in diese Stern-Rädergen forn schmal und hinten breit zulaufender einfallender Stift, damit, wenn die Rädergen vor sich gedrehet worden, sie nicht wieder zurück gehen können. Es erfodert aber die Nothwendigkeit, diese Rädergen genauer zu beschreiben, und sie in einem größern Riß vorzustellen, doch was davon ins besondere gesaget werden wird, ist auch von den kleinen in der Machine selbst befindlichen zu verstehen, immaßen sie völlig mit einander übereinkommen.

E F I K Fig. VI. ist die Helfte des obern Quer-Bretes, daran die Scheiben *g h* befindlich, die mit ihren Centris an das Ende der Achsen *m i* in *i* angestecket sind. Dieses Bret wird forne quer über die Machine angemachet.

G L H stellet die Helfte des hintern Quer-Bretes vor, welches mit dem fordern *E F I K* parallel, darinnen die andern Enden der Achsen *m i* ruhen.

g h sind gedrechselte Scheibgen, die bey *h* ausgeschnitten, woselbst die Ziffern bey der Operation erscheinen.

n A B o ist das erste Rad, so 10 Zähne hat, darein die Zähne des ersten Theils *a b* vom Rade *Q S T* eingreifen, es drehet sich nach den Buchstaben *n A B o*, und also von der rechten gegen die linke Hand.

s C r ist das andere Rad, so dem ersten gleichet, hat auch 10 Zähne, in solche greifen die Zähne des andern Theils *c d* vom Rade *Q S T*, und drehet sich eben wie das erste, von der rechten gegen die linke Hand herum.

t D u ist das dritte Rad dem ersten und andern ganz gleich, hat auch 10 Zähne, darein die Zähne des dritten Theils *e f* des Rades *Q S T* eingreifen, und gehet gleicher Weise, wie die vorigen zwey, von der rechten gegen die linke Hand herum.

O O O sind drey Gewichte, an Stricken hangend, um die Achsen gewickelt, welche die Räder wider das Umdrehen des Rades *Q S T* anstämmend machen. Die Stränge ziehe ich außerhalb der Machine über Rollen.

m z a seyn Rädergen, die eben an den Achsen der vorigen stecken, und auch 10 Zähne haben, sie gehen also wie die andern an eben der Achse herum.

R Z ist der an dem Nagel *g* bewegliche forn schmal und hinten breit zulaufende Stift, dessen Ende *Z* wegen des angegossenen Bleyes schwerer, und indem er niederdrücket,

cket sich an die Zähne der Räder *m a* stämmet, und die Gewichte *o* in ihrem Ablauf hemmet.

M N sind eiserne Zähne, deren ein jedes Rad *m a* nur einen hat, mit welchen es an das näheste Rad *m a* eingreifet. Es werden aber diese Zähne, weil sie in der Peripherie des Rades nicht stehen, dergestalt an die Seiten der Räder *m a* befestiget, daß sie an dem Rade daran sie angemacht, ausser der Peripherie seyn, hingegen an des Rades seine Peripherie reichen, dessen Zähne sie berühren müssen. Die Länge soll also beschaffen seyn, als erfordert wird das näheste Rad an einem Zahne damit fortzuschieben. Derohalben, wenn der eiserne Zahn *M p N* an den Zahne *χ* stehet, ist die Spitze des einfallenden Stiftes in *d*, hat aber der Zahn *M p N* den Zahn *χ* fortgerücket, so muß der Stift in *n* eingefallen seyn.

P Q S ist ein mit dem Rade *r s* versetztes, und in denselben allen gleich kommendes Rad. Dieses wird nicht nur vom Rade *r s* herumgetrieben, vermöge der Stärke der Zähne *c d*, sondern eben dieses Rad treibet auch vermittelst des Zahnes *M p N* das Rad *r s* selbst um. Es ist aber darum mit dem Rade *r s* versetzet, weil, wenn ein Rad das andere, darein es greifet, beweget, das eine von der rechten gegen die linke Hand gehend, das andere von der linken gegen die rechte treibet. Wenn demnach das Rad *r s* vom *r* in *C* beweget wird, drehet sich sodenn das Rad *Q S* diesem entgegen, nemlich von *S* in *Q*. Also wird durch den eisernen Zahn *M p N*, dem Rade, das er berühren sollte, eine Bewegung gegeben werden, so seiner dem Zahne eigenen Bewegung ganz entgegen, und auch der ordentlichen Bewegung des Rades *n A B* contrair, und so er über dieses das Rad *r C* unmittelbar berühret, hätte er diesem einem dem Rad *n A B* ganz entgegen laufenden Umtrieb gegeben, und wäre solches auch nicht mit dem überein gekommen, welchen es vermittelst der Einschnitte *c d* erhält, wodurch die Operationes der Machine unrichtig worden. Also ist zu dem Ende ein Rad darzwischen gesetzet worden, daß wenn das eine Rad von der Rechten zur Linken gedrehet wird, das Mittlere von der Linken zur Rechten sich windet, und dieses Mittlere das dritte wiederum von der Rechten zur Linken drehe. Solchergestalt drehet der Zahn *M p N* das Rad *r S* eben so gegen die Seite herum, wie dasselbe nach den Einschnitt der Zähne *c d* sich umdrehen lässet. Ein gleiches Vermögen erhält auch der Zahn *M q N* durch eben dieses Rad. Dannenhero müssen die einfachen Räder, und die in einander versetzten wechselsweise angebracht werden.

6. 7. 8. sind runde Blätter, mit denen innern Rädern parallel gehend, mit ihrem Centro an die Achse befestiget. Ihre Peripherie wird in 10 gleiche Theile getheilet, durch welchen jeden Theilungs-Punct nach dem Centro eine gerade Linie gezogen wird. Auf diese Linien setzt man, nach dem Centro zu, zwey gleiche Theile, als hier *T V* und *V X*, beschreibet aus dem Centro durch diese Puncte *V X* zwey concentrische Circul, welche zwey Ränder einschliessen, deren jeder in 10 Fächer getheilet. In den obern Rande werden die gewöhnlichen Ziffern ihrer Ordnung nach eingeschrieben, als: *1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 0.* dergleichen auch mit dem untern Rande geschiehet, allein mit dem Unterschied, daß die Ziffern in der untern Reihe allemahl das Supplement zu *9.* von der obern seyn müssen. Sie stehen demnach also:

in der obern Reihe: *1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 0.*

in der untern Reihe: *8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1. 0. 9.*

g h sind gedrechselte Cirkel, so über die Blätter *6. 7. 8.* gehen, und sie verdecken, darin-

darinnen zwey Oeffnungen *s t*, die so groß als ein Fach in dem obern und untern Rande der Blätter, dadurch eine Ziffer von der obern, und eine von der untern auf einmahl zum Vorschein kommen. Und da ferner die 10 Zähne der Räder mit den 10 Fächern übereinkommen, also wird, so offte ein Zahn ausgewunden, auch ein neues Fach, oder eine neue Ziffer, die auf die vorgegangene folget, in der Oeffnung erscheinen. Diese Circul habe im Kupfer als zerrissen vorgestellet, (ausser dem Stücke, wo die Oeffnungen seyn sollen) daß man alle Ziffern daran in ihrer Ordnung wahrnehmen könne; denn sie müssen eben so, wie sie allda gezeichnet, auch eingeschrieben seyn, daß, wenn nemlich in dem obern Rande die Zahl 9 zu sehen vorkommet, der eiserne Zahn desjenigen Rades, so mit der Scheibe an einer Achse stecket, das nechstfolgende anrühre, und wenn das Rad, daran der Zahn befestiget, um einen Zahn gerücket, auch dieses um einen Zahn fortgegangen; woraus folget, daß, wenn ein Rad einmahl umgelaufen, auch die Platte mit den Ziffern einmahl herum kommen. Die folgende Platte zur lincken Hand wird um eines fortgerücket, oder, wenn der Zirckel von der rechten gegen die linke Hand gedrehet wird, so folget, wenn in oberer Oeffnung eine 0 erschienen, derselben eine Eins, oder eine um Eins grössere Zahl; so aber im untern Fenster eine 0 erschienen, folget darauf eine um Eins geringere Zahl. Welches zu erinnern vor nöthig geachtet.

Nachdem nun die einzeln Theile ihrer Zusammensetzung und Bewegung nach, ingleichen auch ihr Nutzen erklähret worden, so ist noch die Art und Weise, wie die Arithmetischen Operationes damit auszuüben, zu beschreiben übrig; man kann sich aber davon eher mit einigen von Pappe diesen gleich gemachten Zirkeln, als durch eine weitläuftige Erzehlung einen Begriff zuwege bringen. Ich will es also kurz machen, und keinen Beweiß (wiewohl er leichte zu geben wäre,) hiermit anführen.

Das Numeriren geschiehet, wie nach der gemeinen Art, von der Rechten gegen die Linke; demnach bedeuten die Zahlen auf der Scheibe zur Rechten Einer, die auf der andern Zehner rc. und die übrigen den Stellen und ihrem eigenen Inhalt nach gemessene Grössen. Worbey noch dieses zu erinnern, daß die Ziffern in den obern Fenstern niemahlen mit den untern zu vermischen seyn, und zwar muß man sich der obern im Addiren und Multipliciren, der untern aber im Subtrahiren und Dividiren bedienen.

Bey der Addition präsentiret man die eine addirende Zahl in den obersten Fenstern der äussern Scheiben, die andere Zahl aber bemerkt man auf dem Rade *Q S T*, so, wie oben schon erwehnet worden. Es seyn z. E. die zwey Zahlen 672 und 450 zu addiren, so stellet man in das erste Fenster zur rechten Hand die Ziffer 2, in das andere 7, und in das dritte 6; in dem ersten Theil *a b* des Rades *QST* wird kein Zahn, in dem andern *c d* fünfe, in dem dritten *e f* viere in die Höhe gerichtet. So nun dieses ohne sonderliche Mühe, und in sehr kurzer Zeit geschehen, und man den Stift *n O* aus dem Loche, wo er war, in das nächst andere gestecket, wird das Rad *Q S T* einmahl herumgehen, und die Summa 1122 in den Fenstern von selbst erscheinen.

Das Multipliciren brauchet eben dergleichen Zubereitung: Der Multiplicandus wird auf dem Rade *Q S T* bemerket, in alle Fenster aber werden 0 gestellet, das ist: wenn die Zahl 382 mit 5 multipliciret werden sollte, werden auf dem Rade *Q S T* in *a b* zwey, in *c d* achte, und in *e f* drey Zähne aufgerichtet. So nun der Stift *n O* in das fünfte Loch gestecket worden, gehet

das Rad *Q S T* fünfmahl herum, und das Product 1610 präsentiret sich in den Fenstern. Wäre aber eben diese Zahl nicht nur mit 5, sondern mit 35 zu multipliciren, müste die Operation folgender Weise fortgesetzet werden: Es darf nemlich der Griff *Φχ* nur einmal umgedrehet werden, damit das Rad *Q S T* mit dem Theil *ab* auf das Rädgen *r s* zutreffe. Wenn nun hernach der Stift ausgezogen, in das folgende dritte Loch gestecket worden, wird an statt des Products 1610 nach dreymahligem Umlauff des Rades *Q S T* das Product 13370 in den Fenstern erscheinen. Sollte die Zeit mit 135 multipliciret werden, dürfte man von neuem nochmahls den Griff *Φχ* so wie vor, umdrehen, und den Stift *u O* in das nechst folgende Loch stecken, so würde, nach einmahligem Umlauf des Rades *Q S T* das Product 51570 erscheinen.

Die Subtraction ist von der Addition in nichts als in den Fenstern unterschieden. Denn in der Subtraction bedienet man sich, gleichwie in der Division, der untersten Fenster. Im übrigen wird die Zahl, von der zu subtrahiren, in die Fenster, oder vor die Oeffnung, gestellet, und auf die subtrahirende Zahl wird das Rad *Q S T* gerichtet. Nachdem nun der Stift *u O* in das nechste Loch fortgestecket, erscheinet in den untersten Fenstern das Residuum.

In der Division muß erst der Devidendus in die unterste Oeffnungen gebracht werden. Zum andern wird das Rad *Q S T* nach dem Divisore gerichtet, der Divisor aber darf nicht mehr denn zwey Ziffern haben, weil in den dritten Theil *ef* des Rades *Q S T* jedesmahl ein Zahn aufrecht stehen muß, den Quotienten formiren zu helfen. Es soll z. E. 528 durch 28 dividiret werden, da in die letzten Fenster zur rechten Hand der Dividendus 528 gestellet, wird in die übrige alle die 0 gerücket. Wenn nun auch das Rad *Q S T* nach dem Divisore 28 eingerichtet (es muß aber dessen Theil *a b* auf das Rädgen *r s* treffen) wird der Stift ausgezogen und das Rad *Q S T* so lange umlauffend gelassen, bis die zwey fordersten Ziffern weniger als der Dividendus 28 ausmachen, welches in unsern Exempel 24 seyn wird, da denn in das näheste Loch der Stift eingestecket, und das Rad gehemmet wird, worauf durch das oberste Fenster der erste Theil vom Quotienten angegeben wird. Alsdenn ziehet man, vermittelst einmal Umwenden des Griffes *Φχ* das Rad *Q S T* vorwärts, und lässet es von neuen also herum gehen, bis das bey der ersten Operation bekannt gewordene Residuum 248 kleiner werde als der Divisor 28, da denn wenn es in gegenwärtigem Exempel bis auf 24 kommen, das Rad durch den Stift *u O* wiederum gehemmet wird, und die untersten Fenster weisen das Residuum, die obersten aber den rechten Quotienten.

Vermittelst dieser künstlichen Machine wird ohne einige Mühe, die Präparation ausgenommen, die Addition und Subtraction verrichtet, die Multiplication und Division aber geschiehet auf ein oder zweymahl Umdrehen des Griffes und Fortsteckung des Stiftes oder Schlüssels, durch welche Operationes demnach die Species abgehandelt werden können.

§. 40.

Dieses wäre also die Beschreibung und Figur des Poleni Machine, welches alles seine Richtigkeit hat. Es ist aber zu bedauren, daß diese Machine wegen ihrer Größe und Gewichte ziemlich unbequem fällt. Inzwischen kann ein Liebhaber und der etwas mechanischen Verstand hat, gar leichte sehen, worauf es hauptsächlich bey einer solchen Machine ankommet. Weil auch voritzo, wegen Mangel des Raums, weder meine eigene noch des Herrn von

Leib-

Leibnitzens seine Machine völlig beschreiben kann, (denn einem eine völlige Erkänntniß hiervon zu geben, erfordert nicht nur viel Risse, sondern auch so viele Schrift, daß ein großer Theil des Raums, so wir noch zu andern Machinen nöthig haben, hinweg fallen würde,) als wolle der curieuse Leser hiermit sich vergnügen, bis in einem a parten tractat, oder in einem Supplement die vollkommene Beschreibung folget, absonderlich weil mich der Herr Hof-Prediger, M. Teubert, gütigst versichert, daß er mir die Leibnitzische communiciren will. Denn weil der Herr von Leibnitz so vielmals mit denen Mechanicis unglücklich gewesen, daß solche Machine, ob er schon keine Kosten gespahret, sondern etliche tausend Thaler, und wie die gelehrten Zeitungen melden, 24000 daran gewandt, niemahls nach seinem Angeben und Propos gerathen, so hat er solches Werck dem Herrn M. Teubert, Hof-Predigern in Zeitz, als einem in Mathesi und Mechanicis hocherfahrnen Mann, committiret, der hierzu einen Uhrmacher angenommen, auch unter seiner Aufsicht das Werk in völligen Stand setzen wollen. Bald darauf aber ist der Herr von Leibnitz verstorben, und weil die Erben kein Geld dazu mehr hergeben, auch nicht einmal dem Herrn Teubert seinen Vorschuß gut thun wollen, ist das Werk nun gantz liegen blieben, wie weit es also damit kommen, kann eben nicht sagen. Weil ich aber solche Machine hier gerne vollkommen mit beybringen wollte, habe bey dem Herrn M. Teubert um einige schriftliche Nachricht Ansuchung gethan, allein es hat sich solcher entschuldiget, daß er wegen Alters und Schwachheit nichts mehr zeichnen, und also in meinem Suchen nicht dienen könnte, wollte ich aber zu ihm kommen, sollte mir alles, auch einige andere neue Inventiones, zu Dienste stehen; weil nun wegen Mangel der Zeit und eigener schwachen Leibes-Constitution bey jetzigem Winter-Wetter solche Reise nicht thun kann, sondern auf künftigen Frühling, gel. Gott! ausstellen muß, als wird der geneigte und curieuse Leser sich mit mir bis zu anderer Gelegenheit gedulden. Inzwischen aber will dennoch die Figur hiervon, wie solche der sel. Herr von Leibnitz A. 1709. ad Miscellanea Berolinensia selbst beygetragen, nur kurz beschrieben hiermit anführen.

Das X. Capitel.

Figur und kurze Beschreibung der curieusen Rechen-Machine des Herrn von Leibnitz.

Es ist solche hier auf der VIII. Kupfer-Tafel vorgestellet.

§. 41.

Ich habe solche Figur hin und wieder mit Characteren bezeichnet, damit der Leser desto leichter und geschwinder jedes finden könne, sonsten aber die Nachricht des Herrn Autoris völlig behalten.

Sie besteht aus zwey Theilen, davon der eine beweglich, der andere unbeweglich. In den unbeweglichen *A B* finden sich zwölf Oeffnungen *a b c d &c.* darinnen eben so viel bewegliche Scheiben, die voritzo 000000111085 bemerket. An dem beweglichen Theile *E F G* ist erst eine große Scheibe *H* nebst noch 8 kleinern *f g h i &c.* diese Scheibe hat vier concentrische Circul-Flächen, in deren äussersten und in der dritten die Ziffern 0. 1. 2. 3. 4. &c. eingeschrieben; die mittlere zwischen diesen oder die andere *K*, so sich umdrehen lässet, hat eben so viel Löcher, die auf gedachte eingeschriebene Ziffern just zutreffen müssen. Auf jede von den acht kleinen Scheiben sind eben diese Ziffern geschrieben, und ist über dieses noch ein Zeiger an jeglicher, der sich umdrehen lässet, welche

Zeiger zusammen in denenselben auf folgenden Ziffern stehen 00001709, welche sich denn auch zugleich jedesmahl in einer Reihe fornen in den Oeffnungen an den Scheiben präsentiren.

§. 42.

Der Gebrauch davon ist also:

Wenn z. E. die Zahl 1709 mit 365 zu multipliciren gegeben worden, es muß aber das Product von den gegebenen Zahlen nicht über zwölf Ziffern ausmachen, so drehet man Anfangs, da vorhero alle Zeiger auf 0 gestanden, und folglich auch in allen Oeffnungen der acht Scheiben 0 gewesen, auf den ersten vier Scheiben, von der rechten Hand an gerechnet, die Weiser nach den Ziffern 1709, und rücket den beweglichen Theil der Machine *E F G*, der anitzt in der Figur von der rechten Hand gegen die linke zurückgezogen, vorgestellet wird, zuförderst, daß die ersten Ziffern von den Oeffnungen der acht Scheiben just unter die ersten von den 12 Oeffnungen *a b c* &c. in dem unbeweglichen Theile zu stehen kommen, so wie sie in der Figur nun unter *c* stehet. Die zwölf Scheiben aber in der unbeweglichen Fläche müssen alsdenn alle die 0 heraus kehren. Weil nun die gegebene Zahl 1709 mit 365 und also erst mit 5 zu multipliciren; so wird auf der beweglichen Circul-Fläche *K* an der grossen scheibe *H* in dasjenige Loch, wo zu äusserst die 5 stehet, ein nicht allzulanger Stift eingestecket, und alsdenn das große Rad *L*, das beynahe in der Mitte des beweglichen Theiles *E F G* stehet, rechter Hand mittelst des Griffes *m* herumgedrehet, mit welchen zugleich die bewegliche Circul-Fläche *K* herumgetrieben wird, so lange bis der eingesteckte Stift mit der umgehenden Scheibe an den Zapfen zu stehen kommt, der zwischen 0 und 9 befestiget. Hierauf muß das Rad stille stehen, und die erste Operation ist verrichtet, so, daß in den oberen Oeffnungen des unbeweglichen Theils zur Rechten das Product von 5 in 1709 nemlich 8545 erscheinet; weil aber der Multiplicator noch mehr Ziffern, und die nechst folgende 6 ist, so ziehet man den beweglichen Theil *E F G* um eine Stelle zurück, daß das Rad *f* unter die Oeffnung *b* zu stehen komme. Hierauf nimmt man den in 5 eingesteckten Stift heraus, und bringet ihn in das Loch bey 6, drehet das grosse Rad *L* abermahlen herum, bis der Stift oben an den Ziffern stehen bleiben muß, da denn der Multiplicandus 1709 nicht nur mit 6 multipliciret, sondern auch zugleich zu diesem Product das vorhero gefundene dazu addiret, in einer Summa in den oberen Oeffnungen stehet, so hier 111085 seyn wird. Bey der 3, die in dem Multiplicatore noch übrig, wird abermahlen der Theil *E F G* um eine Stelle weiter zurück geschoben, so, wie er in der Figur sich präsentiret, und der Stift in das Loch bey 3 eingestecket, das Rad *L* ebenfalls wieder umgetrieben, bis es, wegen des anstossenden Stiftes, stille stehen muß, da sodenn nicht nur die Zahl 1709 mit 3 multipliciret, sondern zu den vorigen auch das letzte Product so gleich addiret, in den obern Oeffnungen des unbeweglichen Theils *A B* in einer Summa hervorkommt, nemlich: 623785.

Der Gebrauch ist demnach sehr bequem, sonderlich in der Multiplication und Division, und erfodert die Sache einerley Zeit, es mag auch die Zahl klein oder groß seyn, wenn sie nur nicht, wie schon gedacht, die Einrichtung der Machine übertrifft. Auch ist ganz klar, daß darzu kein Nachdenken erfodert werde, sondern mit Recht nur ein Kinder-Spiel zu nennen. Die Division wird mit gleicher Behendigkeit verrichtet, und darf dabey der Quotient nicht lange gesuchet werden, sondern er zeiget sich von selbst. Der Dividendus wird durch die Scheiben auf dem unbeweglichen Theile der Machine *A B* vorgestellet, allwo auch zuletzt das Residuum sich zeiget, wenn eines vorhanden. Mit den kleinen Scheiben des beweglichen Theils präsentiret man den Divisorem, der Quo-

tient

tient aber wird durch die eintzeln Zahlen des dritten Circuls der Scheibe // gefunden, die den eingesteckten Stifte nach der Operation gegenüber stehet, da man sich in der Multiplication des äussern Circuls bedienet. Auch wird, währender Division, so oft es nöthig, der bewegliche Theil der Machine gegen die rechte Hand vorgerücket, wie es sonst in der Multiplication gegen die Linke geschehen muß.

In der Addition verfährt man, als wenn mit 1 multipliciret werden sollte, und in der Subtraction, als wenn der Quotient 1 wäre. Wiewohl die Addition und Subtraction auch auf andere Art, ohne den beweglichen Theil zu gebrauchen, mit dieser Machine vorgenommen werden kann.

Es gedenkt hiebey der Herr von Leibnitz, daß er solche Machine in seiner Jugend erfunden, und 1673 der Königl. Societät in Londen, hernach aber etwas vollkommner der Königl. Academie zu Paris gezeiget.

§. 43.

Diese Lateinische Beschreibung ist auch als eine Beylage in dessen *Theodicæa*, welche abgewichenen 1726 Jahres, nebst dem Lebens-Lauf des seel. Herrn, zum Vorschein kommen, angehangen, nebst noch einem ganz neuen, aber zur Zeit unvollkommenen arithmetischen Instrument, welches wir, ob vielleicht jemand genauere Nachricht hiervon hätte, und solche dem Publico communiciren wollte, oder ob nicht etwa ein Curiosus auf die Gedanken dadurch gebracht würde, die der Herr von Leibnitz geheget, darum mit beyfügen wollen.

Beschreibung eines besondern arithmetischen Instruments des Herrn von Leibnitz, wie solches im jetzt angezogenen Buche zu finden.

Die Figur ist Tabula VIII. Figura II. abgebildet.

„Es bestunde solche Invention in einem Cylinder, woran zwey Riemen von Silber, die in Gestalt einer Schrauben konnten unter und ober sich umgedrehet werden. Der eine Riemen aber sollte vergüldet seyn, der Cylinder bestunde aus dünnen Meßingen Blech, woran diese zwey Riemen sollten auf und nieder lauffen. Es war aber seine Intention solches Instrument also zu inventiren, damit man es mit leichter Mühe in großer Menge verfertigen könnte. Die Verfertigung dieses Instruments hatte er dem jetzigen Königl. Kupfer-Stecher, Nicolao Seeländern, aufgetragen, welcher ihm dann den Rath ertheilete, solches auf zwey stählerne Walzen einzuschneiden, und die silberne Riemen (welch einen Strohhalm breit) alsdenn darinnen abzuprägen, auch endlich also dieses Instrument zu verfertigen sich befleißigen wollte; Die Nachricht der Eintheilung, welche er dem Künstler aufgeschrieben gegeben, lautet also:„

„Einen Cylinder könnte man füglich theilen in 25 Umgänge; jeden Umgang in 40 Abtheilungen, jede Abtheilung in zehen Theile: Die zehen Theilgen werden nicht mit Ziffern, sondern nur mit Puncten oder Strichlein angedeutet, doch wäre der mittelste etwas stärcker oder länger. Die Puncte oder Strichlein kommen so nahe zusammen, als möglich.„

„Der Nutzen darvon aber wird denen Arithmeticis und Mathematicis am besten bekannt seyn, indem man augenblicklich durch die Umdrehung der silbernen Riemen große Rechnungen ausführen könnte.„

„Es hat aber das Absterben des seel. Herrn verursachet, daß solches nicht zum Stan-
„de kommen ist, dieweilen es aber eine besondere Invention ist, hat der Künstler solche
„der gelehrten Welt communiciren wollen, so demnach hier mit seinen eigenen Worten
„mitgetheilet wird:„

Beykommende Figur stellet dar:

„*A* Der hohle Meßingene Cylinder, woran die zwey Riemen auf und nieder können
„gezogen werden, um die Zahlen gegeneinander zu beobachten.„

„*B C* Der güldene und silberne Riemen, worauf die Abtheilungen gemacht
„werden.„

„*D* Ein Knöpflein in der Mitten an jeden Riemen angeheftet, damit man dieselben
auf und nieder ziehen kann.„

Weil die Theilung von gleichen Theilen, und zwar ohne Zahlen seyn soll, kann ich noch nicht errathen wie solches soll gebraucht werden. Sonsten könnte man die Abtheilung der Linea Arithmetica, wie solche auf der XII. und XIII. Kupfer-Tafel vorgetragen wird, wohl darauf bringen, und würde das Instrument viel compendieuser fallen.

Das XI. Capitel.

Die Leupoldische oder des Autoris curieuse und ganz neue Rechen-Machine.

Es ist solche Tabula VIII. Figura III. unten halb in Grund, Tabula IX. Figura III. derselben obere Fläche, und Fig. I. und II. etliche Räder in Grund und Profil vorgestellet.

§. 44.

Nachdem ich vor mehr als zwanzig Jahren gelesen, daß man Rechen-Machinen erfunden, so ist mir gleichfalls der Appetit hierzu ankommen, solche nicht allein zu sehen, sondern auch wohl selbst zu erfinden. Weil nun das erste nicht geschehen konnte, als habe zu inventiren angefangen, und nach und nach in die vier bis fünf Arten herausgebracht, die ich auch so weit ins Werck gerichtet, daß ich deren Effect unterschiedlichen Freunden zeigen konnte.

Wie nun aber bey der ersten so wohl als bey der andern und dritten Verfertigung mir alsdenn immer wieder etwas bessers und compendieusers eingefallen, so habe alle Arbeit, so daran geschehen, liegen lassen, und wieder was anderes aufgeführet, bis ich endlich bey dieser, welche hier vorgestellet wird, beruhet, die auch schon vor etlichen Jahren in den gehörigen Stand gesetzet, bis auf die Externa und Abtheilung der Zahlen. Ich hätte gerne eine recht vollkommene Beschreibung hiervon geben wollen, weil aber solches wenigstens noch 5 bis 6 Tabellen erfodert hätte, habe ich es bis zur andern Zeit verspahren müssen; Inzwischen will doch das gantze Fundament deutlich entdecken, daher das meiste in natürlicher Grösse vorgestellet, daß also ein mechanisches Ingenium sich gar leichte einen völligen Begriff wird machen können.

Die rechte Grösse zeiget sich an dem Stück Tabula III. Tabula VIII. da *A B* der Radius, und die ganz Höhe weiset der Profil Figura II. Tabula IX.

§. 45.

Die ganze Machine bestehet hauptsächlich aus zwey Stücken, davon *C D E F*, darauf die neun äussersten Circul mit ihren Zahlen und Zeigern sind, der unbewegliche Theil ist; die mittlere runde Scheibe aber (die auch sechs kleine Scheiben mit ihren Zahlen und Zeigern hat, ohne die grosse in der Mitte,) ist beweglich, also, daß sie leichte um und um kann gedrehet werden. In diesem äusserlichen Circul stehen zwischen zwey Blechen neun Wellen mit ihren Rädern beweglich, wie hiervon drey Stück Figura II. Tabula IX. unter *G H I* zu sehen; an jeder dieser Welle stecket ganz oben eine Scheibe, als *a b*, die auf ihrer Fläche die Zahlen zeiget, wie sie bey *C K* oder denen andern Scheiben Figura III. Tabula IX. zu sehen sind, davon die Zahlen durch die Oeffnung des obern Bleches bey *c c c &c.* erscheinen. Zwischen diesen neun Rädern sind wieder andere geordnet, bloß zu dem Ende, damit allemahl, wenn das eine Rad 10 absolviret, in dem folgenden ein Zahn fortgeschoben wird; dergleichen Zwischen-Räder sind hier im Grund-Riß Figura I. Tab. IX. *K L M*, welches also geschiehet: Als *G* sey das erste Rad, solches stehet mit *K* in gleicher Höhe, und greifet eines völlig in das andere. Das zweyte Rad *H* aber, stehet um die Dicke eines Rades höher, damit die Zähne von *K* nicht in dessen Zähne eingreifen können, sondern nur der Arm *d e*, der forne bey *e* die Grösse und Form eines Zahns hat, welcher, wenn *G* und *K* einmahl herum, von *H* einen Zahn mit fortnimmet. Weiter, wie *G* und *K* von gleicher Höhe, also auch *H* und *L*, die einander umtreiben; damit aber *L* beym gantzen Umlauf nur um einen Zahn das Rad *I* fortstösset, stehet *I* wiederum niedriger, gleich wie *G*, und greifet auch ein Arm vom Rad *L* in *I*, welcher aber nicht oben, sondern unter dem Rad stehet, und mit *g* gezeichnet ist; und auf solche Art ist es mit allen andern beschaffen. Die Arme *e d*, *g* und *f* haben deswegen eine Feder, und sind beweglich, damit wenn man das darhinter stehende Rad fortrücken und stellen will, das vorherstehende nicht zugleich mit verruckt wird, sondern der Zahn *d e* weichen kann. Der Zahn *g* ist eben auf die Art gemachet, daß er nachgeben kann. Gleich wie jedes Rad 10 Zähne hat, weil 10 Stamm-Zahlen sind, also sind an jeder Welle unten Getriebe von 10 Zähnen, wie Figura II. unter *G H I* und Figura III. Tabula VIII. ebenfalls bey *G H I* zu sehen. Durch diese Getriebe werden nun die Räder umgetrieben, und zwar vermittelst eines Bleches, so wie eine Säge formiret, und Figura III. Tabula VIII. bey *N O* zu sehen, welches auf einem meßingenen Zirkel *P Q R*, der vermittelst seiner inwendigen Zähne und denen beyden Rädern *S S T* durch die Kurbel, so an der Welle *A* stecket, umgetrieben wird, daß solcher Zirkel mit dem Blech *N O* um den gantzen mittlern Theil herumlauffet. Dieses gezahnte Blech kann also gestellet werden, daß es bey jeden Getriebe der Räder so viel Zähne fortstösset, als man will; z. E. bey dem einen 2, beym andern 7, beym dritten 9, beym vierten keinen, in Summa: wie, und wie viel man will. Und eben dieses ist das Haupt-Stück bey der Machine.

§. 46.

Es geschiehet aber auf folgende Art: dieses gezahnte Blech *N O* ist bey *W* um einen Stift beweglich, und wird von einer linden Feder *h i* allezeit nach dem Centro der Machine getrieben; damit es aber nicht weiter geschehen kann, als es seyn soll, lieget es an dem Stift *K* an. Soll nun diese Säge die Getriebe als *G H* oder *I* umtreiben, so muß solche von Centro hinaus getrieben werden, und dieses geschiehet also:

Erstlich stehet perpendicular ein Blech auf *N O* bey *X*, dessen Gestalt Figur IV. zu sehen. Zum andern, ist bey jedem Getriebe ein Stift, als *l m n o*, der an einem Arm, so bey *r* um einen Stift beweglich feste ist, und das Blech *X*, wenn es darbey vor-

über

übergehen soll, nebst der Säge hinaus treibet, daß die Zähne das Getriebe erreichen können. So lange nun der Stift *n*, oder ein anderer, solches Blech hinaus treibet, so lange treibet es auch sein vor sich stehendes Rad um, so aber nur bis 9 geschehen kann; weil aber nicht allemahl 9 Zähne, sondern nur wohl einer oder etliche, ja auch gar keiner darf fortgerücket werden, so ist eine andere Anstalt und Stellung vonnöthen, und diese geschiehet also: damit die Säge *N O* nicht mehr thut, als sie soll, so können die Stifte, als *l m n &c.* höher und niedriger gestellet werden, und zwar vermittelst gewisser Cylinder, die in Gestalt einer Schnecke, wie Fig. V. zu sehen, gearbeitet sind, durch welche Schnecken-Linie die Arme *s s &c.* erhoben oder erniedriget werden, wenn solche Schnecke oben durch den Zeiger, derer hier 6 sind, von *Y* bis *Z* Fig. III. Tab. IX. gedrehet werden, daß er aber solchen Effect thut, kömmet von dem Blech X Figura IV. Tabula VIII. her; denn wird der Stift *n*, oder ein anderer, so hoch bis *1.* erhoben, so wird die Säge nur einen Zahn forttreiben, und also wieder zurück fallen; stehet der Stift *n* auf der Linie mit *2.* gezeichnet Figura IV. wird es zwey Zähne nehmen, auf 3. drey und so fort an; stehet der Stift *n* gar über das Blech, oder dessen Höhe, so wird es gantz vorbey gehen, und nichts fortrücken, also: ist Figura III. Tabula IX. der erste Zeiger in a auf der Platte auf 7 gestellet, so wird es die Scheibe unter *C*, oder das Rad *G*, um 7 Zähne oder Zahlen fortrücken. Bey b stehet der Zeiger auf *2*, dahero wird es bey der Scheibe oder Rad *H* nur 2 Zahlen fortführen, bey c 7 Zahlen, bey d eine, bey e und den folgenden aber keine, weil die Zeiger auf o stehen. Das Rad mit ☿ gezeichnet, dienet anzuzeigen, wie oft der Zirkel *P Q R* herumgeführet worden. Weil aber mehr Räder darzu gehören, und der Raum jetzo solches nicht zulässet, will dieses bis zur andern Gelegenheit ausstellen; inzwischen aber den Gebrauch durch einige Exempel vorstellen, als: ihr sollet 1727 mit 365 multipliciren, so stellet erstlich alle Zeiger der Scheiben in den unbeweglichen Theil von *C* bis *D E*, auf o die äussersten Zahlen gerechnet. Zum andern, stellet den ersten Zeiger auf denen inwendigen Scheiben, als bey a auf 7, den andern, bey b auf 2, den dritten bey c auf 7, den vierten auf *1.* also, daß ihr 1727 durch die Zeiger vorstellet. Hierauf habet ihr die 3 Zahlen, als 365, vor euch zu notiren, und davon zuerst mit der 5 zu operiren, wie sonst beym Multipliciren gebräuchlich ist. Dieses geschiehet also: Stecket einen dabey befindlichen Stift in das Loch, darneben in dem innersten Zirckel die Zahl 5 stehet, und fanget mit der Kurbel D an zu drehen, so lange, bis der Stift an dem Arm ♃ zu stehen kommt, und Halt machet, so wird durch die äusersten 4 Oeffnungen zwischen *C* und *D* bey *C* in der ersten 5, in der andern 3, in der dritten 6, und in der vierten 8 erscheinen, nemlich: 8635, so viel 5 mahl 1727 beträget. Merket aber, ehe ihr die Zeiger stellet, daß ihr auch die Kurbel und Scheibe ☿ mit der o an oder über dem Arm ♃ stellet, und dieses muß vor jeder Operation observiret werden. Weiter mit der Zahl *6* zu multipliciren, weil die *6* die zehnfache Zahl ist, so wird die erste Scheibe *a* unter die andere äusserste *u* geführet, der Stift aber ins Loch bey der Zahl *6* gestecket, und alsdenn mit der Kurbel wieder so lang gedrehet, bis der Stift an dem Arm ♃ anstösset, so werden sich alsdenn durch die äussersten 6 Oeffnungen präsentiren die Zahlen 112255, nemlich 65 mahl 1727. Und also verfahret ihr auch mit der dritten Zahl, daß ihr erstlich die Kurbel und o an dem Arm ♃ stellet, hernacher den beweglichen Theil der Machine um einen Theil oder Scheibe fortschiebet, also, daß die beyden äussersten ersten Räder von dem innern Werck nicht mehr berühret werden können, stecket den Stift in die Zahl 3, und drehet so lange, bis er anstösset, so wird alsdenn die Zahl 629355, nemlich 365 mahl 1727, oder wie viel Tage nach Christi Geburt verlauffen, erscheinen.

Auf

Auf gleiche Weise geschicht es auch mit dem Dividiren und Subtrahiren, nur daß hier die Zahlen vom innern Zirkel genommen werden, und von vorne angefangen wird, eben als es die Kunst erfordert, wie solches alles künftig bey völliger Beschreibung soll angewiesen werden.

§. 47.

Inzwischen ist noch zu erinnern, daß solche Machinen sehr delicat zu verfertigen seyn, und wenn einer der solche bauen will, die Sache nicht fundamental innen hat, und darneben mit einem scharfen Judicio mechanico versehen ist, mag er nur beyzeiten darvon abstrahiren.

Ich will künftig, wenn insbesondere hiervon schreiben werde, noch ein oder zwey Arten solcher von mir neuerfundenen Machinen beybringen, die zwar viel leichter zu verfertigen sind als gegenwärtig beschriebene, hingegen aber auch bey der Praxi etwas mühsamer fallen.

Das XII. Capitel.

Von der Rechnung auf der Linie vermittelst des Hand-Zirkels.

§. 48.

Im vorhergehendem V. Capitel haben wir auch gehandelt von der Rechnung auf der Linie; solches aber geschahe durch Zahl-Pfennige. Hier aber geschiehet es vermittelst eines Hand-Zirkels, damit man auf einer entweder in lauter gleichen oder in ungleichen, nach gewissen Berechnungen aufgetragenen Theilen, die gesuchte Zahl abnehmen kann. Man hat unterschiedliche solche Instrumente erfunden, welche alle hier anzuführen unnöthig erachte, doch werde deren nur etliche erklären, auf denen meist alles vorkommen wird, was bey andern weitläuftig zerstreuet ist, worunter vor allen zehle den so genannten

Pedem Mechanicum oder neuerfundenen Maaß-Stab des Herrn Michael Scheffelt,

welchen er mit einer weitläuftigen und sehr vollständigen Beschreibung A. 1699 zu Ulm in 4to herausgegeben.

§. 49.

Auf diesen Maaß-Stab hat der Herr Autor alle die vornehmsten Linien zu solcher Rechnungs-Art zusammen getragen, also, daß solcher Stab billiger den Titel eines Rechen-Stabes führen sollte, weil auf solchen alle Proportiones der gantzen Mathematic, ohne mühsames Rechnen, alleine durch Hülfe eines Hand-Zirkels, so wohl in Arithmetica, Geometria, Stereometria, als auch Trigonometria &c. mit größter Behendigkeit können gesuchet und gefunden werden, und wie hiervon die Worte des Titels ferner lauten.

Es hat der Herr Autor den Stab auf das Ulmische Maaß eingerichtet, und hätte ich solches leichte nach dem Leipziger oder einem andern Maaß verwandeln können, allein ich habe solchen behalten, wie ich ihn gefunden, und zwar erstlich darum, damit ein Liebhaber, wenn ihm die Invention anständig, sogleich den Autorem anschaffen, und was hier wegen Enge des Raumes ohnmöglich können angeführet werden, allda ohne weitere Umstände nachholen

kann. Zum andern, weil alles wohl beschrieben und ausgearbeitet finde, daß ich, wenn was anders hervorbringen wollte, eine mir nur vergebliche Mühe machen, und die Zeit, die ich zu nöthigern Dingen, da keine Vorgänger habe, bedarf, unnütz anwenden würde.

§. 50.

Beschreibung des Herrn Scheffelts Rechen- oder wie er ihn nennet, Mechanischen Maaß-Stabes.

Die Abtheilungen aller Linien hierzu sind Tabula X. vorgestellet, allwo erstlich vier besondere Stäbe, nach denen vier Seiten die er seinem Maaß-Stab giebet, mit der Zahl 1. 2. 3. 4. zu sehen, diese werden bey Verfertigung des Maaß-Stabes von einander geschnitten, und auf alle vier Seiten eins von guten trocknen festen und glatten Holzes oder Stabes, so diese Breite an allen vier Seiten hat, und etliche Zoll länger ist, behutsam aufgekleibet.

Die Linien sind.

Auf der Seite N. 1. der Ulmer Schuh, auf der einen Seite in 10 Zoll, und jeder Zoll in 10 kleinere Theile getheilet, also, daß der ganze Schuh 100 Theile hat, und diesen nennet der Autor den Decimal-Stab. Der andere Rand dieses Stabes oder Seite ist bis auf die Helfte 6 Zoll, und jeder Zoll hat 12 kleine Theile, auf das übrige Theil ist die Linea Chordarum von 1 bis 180 Grad aufgetragen.

Auf der Seite No. 2. als der dritten Linie, ist wieder der Ulmische Schuh in 100 Geometrische oder Quadrat-Zoll getheilet, und wird Linea Geometrica oder Quadrata genannt. Auf eben dieser Seite findet ihr die Lineam Cylindricam, und giebet 75 Cylindrische Zoll.

Auf der dritten Seite, oder No. 3. ist die Linea Cubica, da der Ulmische Schuh in 1000 Cubische Zoll getheilet ist. Nebst der sechsten Linea, so Arithmetica heisset, und da der Schuh in 2 Theile, jeder aber wieder in 100 getheilet ist.

Auf der vierten Seite ist siebendens die Linea Sinuum, in 90 Grad, und die achte, die Linea Tangentium in 45 Grad getheilet. Wie alles beygesetzte Schriften auf dem Kupfer deutlich zeigen.

§. 51.

Wie solche acht Linien zu theilen und aufzutragen sind.

Weil unser Absehen bey dem Theatro Arithmetico mehr auf die Mechanic als andere Wissenschaften gerichtet ist, so wollen wir darinnen von unserm Autore abgehen, und uns mehr um eine accurate Zubereitung als einen weitläuftigen Gebrauch bemühen, dahero werde erstlich nacheinander Anweisung thun, wie alle Linien abzutheilen und aufzutragen, und hernach den Gebrauch weisen.

§. 52.

Abtheilung der ersten Linie, oder einen Schuh in seine Zoll und kleinere Theile zu theilen.

So oft euch eine Linie von gleichen Theilen vorkommet zu theilen, absonderlich wenn der Theile viele sind, so zerfället solche erstlich in wenigere oder grössere, so weit ihr könnet. Als hier den Schuh in 12 Theile oder Zoll durch 12 mahl Umschlagen des Zirkels zu theilen, oder durch Probiren sich so lange aufzuhalten, bis man solchen Theil oder die Weite gefunden,

würde

würde sehr schwehr und langweilig seyn, geschweige, wenn man auf solche Weise den ganzen Stock in die 144 kleine Theile theilen wollte, weil auch eine Haar-Breite endlich bey vielem Umschlagen des Zirkels zuletzt einen grossen Fehler bringet; dahero so nehmet ihr hier von 12 die Helfte, giebet 6, welches leichte geschehen, diese beyde Helften theilet wieder in halbe, giebet jedes 3 Zoll, und der Stab ist in 4 Theile getheilet, jedes von diesen Vierteln theilet wieder in 3 Theile, so bekommet ihr 12 Theile oder Zoll, welches so geschwind geschehen kann, als ich hier den Proceß beschreibe. Es kann aber auch auf andere Art geschehen, nemlich: ihr könnet erstlich die ganze Länge in drey Theile theilen, und dann jedes Drittel in die Helfte, giebet 6 Theile, und ein jedes Sechstel wieder in 2 Theile. Und eben auf solche Weise verfahret ihr, wenn jeder Zoll soll in 12 kleinere Theile kommen, wie hier bey unserm Maaß-Stabe.

§. 53.

Merket, wenn ihr viel Theile nacheinander durch Umschlagung des Zirkels auf Papier, Holtz, oder andere weiche Materie forttragen sollet, so müsset ihr auch wohl in Acht nehmen, daß ihr keinmahl die Zirkel-Spitzen tiefer eindrucket, als das andere mahl, daß ihr, wenn der Zirkel-Stich etwas tief gehen soll, seinen Schenkel perpendicular, und nicht schreg führet, und wenn ihr die Linie zur Probe mit dem Zirkel nur überlaufen und richtig befunden, ihr alsdenn nur ganz linde Merckmahle lieber mit einer kleinen Linie, als so gleich mit Stichen machet; denn ihr werdet sonst am Ende finden, daß es nicht so zutrifft, als wie ihr den Zirkel nur obenhin geführet. Weiter habet ihr nöthig, mit denen Theilen auf einer geraden Linie zu bleiben, daß ihr nicht einmahl auf diese, das andere mahl auf jene Seite mit der Zirkel-Spitze ausweichet; absonderlich ist diese Behutsamkeit sehr nöthig bey Zirkel-Linien, da gar leichte eine falsche Theilung einschleichen kann, wenn es auch schon am Ende schliesset.

Ob man schon bey gleichen Theilen solche Umstände und Behutsamkeit eben nicht so nöthig hat, als bey ungleichen, da eine Linie in 5. 7. 11. 13. 17. 19. und dergleichen, zu theilen, so ist dennoch, wenn man was accurates machen will, solches nicht ausser Acht zu lassen; wie aber eine Linie in ungleiche Theile mit Vortheil, und ohne so oftes Umschlagen und Probiren des Zirkels zu theilen, wird unten bey denen geometrischen Instrumenten Tab. XXII. folgen.

§. 54.

Den Werk-Schuh in zehnfache Theile, oder nach der Decimal zu theilen.

Hierbey verfahret ihr eben auf vorige Arth, nur daß ihr nicht mehr als einmahl halbiren könnet, und also die ganze Länge erstlich in 2 Theile, und jeden hernach in 5 Theile, oder die gantze Länge in 5; und jedes Fünftel in 2 Theile abtheilet. Mit denen Zollen verfahret eben auf diese Weise. Unten wird auch die Tafel folgen, daraus man sehen kann, ob eine Zahl theilbar, und auf was Art sie zu zerfällen.

§. 55.

Wie die Linea Geometrica oder Quadrata aufzutragen.

Hier ist diese Linie oder der Schuh in 100 geometrische Theile getheilet, wozu ein Maaßstab von eben der Länge, und in 1000 Theile getheilet, nöthig ist: zu solcher Abtheilung aber ist eine besondere Tafel nöthig, die hier folget.

Tafel

Tafel zur Theilung der geometrischen Linie.

Punct.	*Radix.*	*Punct.*	*Radix.*	*Punct.*	*Radix.*	*Punct.*	*Radix.*
1	100. 0	26	509. 9	51	714. 1	76	871. 8
2	141. 4	27	519. 6	52	721. 1	77	877. 5
3	173. 2	28	529. 2	53	728. 0	78	883. 2
4	200. 0	29	538. 5	54	734. 8	79	888. 8
5	223. 6	30	547. 7	55	741. 6	80	894. 4
6	244. 9	31	556. 8	56	748. 3	81	900. 0
7	264. 6	32	565. 7	57	755. 0	82	905. 5
8	282. 8	33	574. 5	58	761. 6	83	911. 0
9	300. 0	34	582. 1	59	768. 1	84	916. 5
10	316. 2	35	591. 6	60	774. 6	85	922. 0
11	331. 7	36	600. 0	61	781. 0	86	927. 4
12	346. 4	37	608. 3	62	787. 4	87	932. 7
13	360. 6	38	616. 4	63	793. 7	88	938. 1
14	374. 2	39	624. 5	64	800. 0	89	943. 4
15	387. 3	40	632. 5	65	806. 2	90	948. 7
16	400. 0	41	640. 3	66	812. 4	91	953. 9
17	412. 3	42	648. 0	67	818. 5	92	959. 2
18	424. 2	43	655. 7	68	824. 6	93	964. 4
19	435. 9	44	663. 3	69	830. 7	94	969. 5
20	447. 2	45	670. 8	70	836. 7	95	974. 7
21	458. 3	46	678. 2	71	842. 6	96	979. 9
22	469. 0	47	685. 6	72	848. 5	97	984. 9
23	479. 6	48	692. 8	73	854. 4	98	990. 0
24	489. 9	49	700. 0	74	860. 2	99	995. 0
25	500. 0	50	707. 1	75	866. 0	100	1000. 0

Das Fundament dieser Tafel ist, wenn man die ganze Länge der Linie, so soll getheilet werden, 1000 seyn lässet, solche quadriret, und das Facit 1000000 mit 1 als dem ersten Punct multipliciret, und alsdenn Radicem quadratam extrahiret, da denn 1000 vor den ersten Punct kommet. Den andern Punct zu finden, wird eben die 1000 quadrirt, und mit 2 multipliciret, und aus der Summa 2000000 Radix extrahiret, so kommet 1414 vor den zweyten Punct; und also mit denen übrigen.

Die Probe von solcher Linie, ob sie recht aufgetragen, geschiehet also: Nehmet mit dem Zirkel das Spatium 1, und schlaget auf der Linie um, treffet ihr accurat 4. 9. 16. 25. 36. 49. 64. 81. und 100, oder wenn ihr erstlich 2 nehmet, und treffet 8. 18. 32. 50. 72. 98. so ist die Abtheilung richtig.

§. 56.

Denen Mechanicis zu Liebe, will noch eine weitläuftigere, und bey Theilung sehr nützliche Tafel beysetzen, dadurch man nicht nur die Probe nehmen, sondern auch bey der Theilung sich viel Vortheil machen kann.

Die Tafel ist diese:

Tabula

Tabula zu denen Proben der Quadrat-Theilung.

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
2	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
3	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162
4	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240	256	272	288
5	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
6	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360	396	432	468	504	540	576	612	648
7	49	98	147	196	245	294	343	392	441	490	539	588	637	686	735	784	833	882
8	64	128	192	256	320	384	448	512	576	640	704	768	832	896	960	1024	1088	1152
9	81	162	243	324	405	486	567	648	729	810	891	972	1053	1134	1215	1296	1377	1458
10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800

Der Gebrauch ist dieser:

Wenn eine Linie soll getheilet werden, oder schon getheilet ist, so werden aus dieser Tafel die Proben also genommen: Wenn man auf der Linie einen Theil fasset mit dem Zirkel, und solchen umschläget, so zeiget die voranstehende Zahl 2, daß es auf 4, die dritte Zahl auf 9, die vierte auf 16, die fünfte auf 25, die sechste auf 36, u. s. f. seyn muß. Nimmt man 2 Theile auf der Linie, so zeigen die fordern Zahlen die Umschläge, und die unter der 2 stehenden Zahlen zeigen, was jeder Umschlag treffen muß, als: der andere 8, der dritte 18, der vierte 32, u. s. w. mit allen übrigen.

§. 57.

Wie die Linea quadrata auf mechanische Arth zu theilen.

Wenn ihr die Grösse des einen Theils bestimmet, der hier 1 Zoll seyn soll, so verfahret also: ziehet eine Horizontal-Linie Figura VI. Tabula X. *A C*, und fället darauf an eines von ihren Enden eine Perpendicular *AB*, träget aus *A* gegen *B* und *C* diese Länge des Zolls, ist *AC* und *AD*, ziehet aus *C* in *D* eine Diagonal-Linie, welche die Länge giebet, zum andern Theil ist *A E*, in diesem Punct ziehet wieder aus *C* eine Diagonal-Linie, solche giebet die Länge zum dritten Theil *A F*, wieder die Diagonal von *C* bis *F*, giebet die Länge zum vierten Theil, u. s. f. mit allen andern Theilen. Die Probe kann gleichfalls auf vorige Art geschehen.

§. 58.

Wie solche Linie vermittelst der Tafel und des 1000-theiligen Maaßstabes aufgetragen wird.

Wenn ihr eine Linie nach der begehrten Länge fein subtil auf ein hartes und sauberes Holtz, Meßing, Kupfer, oder ander Metall gezogen, und einen Maaßstab von solcher Länge in 1000 Theil getheilet, wie Figuraa V. Tabula X. zu sehen, gemachet, so verfahret also: Den ersten Theil aufzutragen findet ihr in der Tafel bey der Zahl 1, unter dem Wort *Punct* gegen über unter dem Wort *Radix* 100. 0., und wenn euer Maaßstab in 10000 Theile getheilet wäre, würdet ihr solche Summa oder Distanz mit dem Zirkel nehmen. Weil aber der Maaßstab nur 1000 Theile hat, so nehmet ihr an derer statt nur 100 und lasset die letzte 0. wegfallen, darum sie auch mit einem Punct abgesondert ist. In der Länge

bekommet ihr einerley, denn 1000 hier nicht länger seyn kann als 100, gleich wie 24 Zoll einer Elle nicht länger seyn als $\frac{1}{4}$ einer Elle. Diese Distanz, nemlich von *a* bis *b* Figura V. traget ihr von Anfang der Linie hinauf, und giebet auf der Linie No. 2. das Spatium c. 1. Den andern Punct oder Theilung aufzutragen, suchet in der Tafel unter dem Wort *Punct* die Zahl 2. so findet ihr darneben 141. 4. 1 hundert und 41. und $\frac{4}{10}$ oder 1414. Wäre nun euer Maaßstab in 10000 Theil getheilet, so suchet ihr diese Zahl, und fasset die Länge mit dem Zirkel, allein weil ihr nur 1000 Theile habet, so nehmet ihr nur 141, wird auf dem Maaßstab die Länge *d e* seyn, und traget solche auf eure Linie von *c* hinauf, wird hier seyn bis zur 2, weil aber noch hinter 141. eine 4. stehet, so zeiget solche an, daß hierzu noch $\frac{4}{10}$ eines tausendfachen Theils kommen sollen, welchen man hier nur nach dem Augen-Maaße mit darzu fassen muß, wenn man keinen Fehler begehen will, welcher, wenn die Linie sehr lang genommen wird, gar merklich ist, absonderlich wenn gar 7. 8. oder 9. Theile übrig sind, also, daß man beynahe um einen ganzen Theil fehlet; daher es viel besser ist, wenn der Maaßstab in 10000 Theile getheilet ist. Inzwischen aber bey dessen Ermangelung theilet man die Transversal-Linie zwischen beyden Parallel-Linien nach dem Augen-Maaß in Halbe und Viertel, und nimmet so viel darzu, als es betragen soll. Ist dahero 538. 5. wie bey dem 29. Punct vorkommet, so setzet ihr beyde Cirkel-Spitzen in die Mitte zwischen 538. und 539. Ist es eine da 9 Theil übrig sind, als bey dem 24sten Punct 489. 9. so nehmet ihr sichere 490 davor. Und also auch im übrigen den dritten Punct zu finden, so stehet neben der 3. 173. 2. so fasset auf dem Maaßstab die Länge von *f* bis *g*, traget solche von *c* hinauf, wird seyn c. 3. Also auch zum Punct 5. findet ihr die Zahl 223. 6. fasset die Länge auf dem Maaßstab, und weil 6. Theil darüber, so setzet beyde Zirkel-Spitzen in die Mitte zwischen 223. und 224. ist hier mit den zwey Puncten *i k* gezeichnet. Dem Punct 6. giebet auf der Tafel die Zahl 244. 9. hiervor nehmet aß dem Maaßstabe 245. ist notirt mit *l m* wird auf der Linie von *c* aus geben den Punct bey 6. Auf solche Weise verfahret ihr mit allen übrigen Puncten.

Weil aber diese Theile, und absonderlich auf langen Linien, allzuweit fallen, so hat man auch noch eine Tafel, die noch weiter eingetheilet, darinnen noch zwischen jeden Haupt-Theil 10 kleinere berechnet zu finden, wie ich denn solche Theile hier in unserer Kupfer-Tafel mit beygefüget, ob schon unser Autor, und die andern, so vom Proportional-Maaßstab und Zirkel geschrieben, solche weggelassen; denn man dergleichen Tafel nicht nur zu kleinen Längen, sondern auch zu grossen, wie die Visier-Stäbe sind, brauchet. Zu besserer Erkänntniß sind die 10 Theilgen etwas weiter hineingerücket.

Der Nutzen dieser Linie ist:

Zu Extrahirung der Quadrat-Wurzel, zur Messung der flachen Figuren, und solcher Inhalt, wie auch Proportion zu erfahren, ingleichen solche so wohl zu multipliciren als dividiren.

§. 59.

Etliche Exempel vom Gebrauch der Quadrat-Linie.

Radicem quadratam zu suchen: wenn solche Zahl nicht 100 übertrifft, als aus 64° die Quadrat-Wurzel, so nehmet mit dem Hand-Zirkel auf der Quadrat-Linie n. 2. die Länge 64, stellet solche auf den Decimal-Stab n. 1, so findet ihr 8 die Wurzel. Sind die Zahlen grösser als 100, wie hier 10000, so lasset die gauze Linie vor 10000, und einen Theil 100 gelten, oder die ganze Länge 100000000 und einen Theil 10000. Also aus 1000 Radicem zu extrahiren: punctiret erstlich wie gebräuchlich, findet ihr zwey Puncte, so wird der Decimal-Stab vor 100, und die Linea quadrata vor 10000 gerechnet,

rechnet, nehmet also auf der Linea 10 vor 1000 gerechnet, stellet solche Weite auf den Decimal-Stab, so findet ihr $31\frac{6}{10}$ die Wurzel.

§. 60.

Den Inhalt eines Quadrats zu finden, dessen Seite 4° 9′ ist:

Nehmet auf dem Decimal-Stab 4° 9′ traget es auf die Quadr. Linie, so findet ihr 24°.

Wenn die Seiten zweyer oder mehr gleich-förmiger flachen Figuren durch Zahlen gegeben, wie ihre Proportion zu finden?

Es seyn 2 Triangel oder 2 Quadrata, dessen eine Seite 3°, die andere 5°, nehmet vom Decimal-Stab 3° messet solche auf der Quadrat-Linie, so findet ihr 9°, weiter nehmet aufm Decimal 5°, so findet ihr auf der Quadrat 25°, ist also die Proportion wie 9 gegen 25.

§. 61.

Gleich-förmige Figuren zu addiren.

Als die beyden Triangel *A* und *B* Figura I. Tabula XI. *A* ist 2, und *B* 4, solche addiret, geben 6, nehmet also von der Linea quadrata 6, und formiret den Triangel *C*, welcher so groß seyn wird, als *A* und *B*. Wie hier mit der Linie *ab* oder Basi procediret worden, eben so verfahret ihr auch, die andern Linien zu bekommen.

§. 62.

Gleich-förmige Figuren zu subtrahiren.

Von vorigem Triangel *C* soll der Triangel *B* subtrahiret werden. Erstlich, erforschet ihre Proportion, und findet *C* 6, und *B* 4, solche subtrahiret, bleibt 2 Rest, nehmet von der Linea quadrata 2, und formiret den Triangel *A*, welcher der Rest von *C* ist.

§. 63.

Eine Linie geometrice abzutheilen.

Es sey die Linie *fg* Figura V. Tabula XI. diese soll in 5 geometrische Quadrat-Theile getheilet werden, so nehmet auf der Linea quadrata 5 Theile ist *b c*, machet aus *b* und *c* in *a* einen gleich-seitigen Triangel, und traget eure Linie *fg* parallel über die Linie *b c*, wird seyn *d e*, traget die Theile auf die Grund-Linie *b c* und lasset aus dem Centro Linien durch *d e* laufen, so wird *d e* eben wie *b c* getheilet seyn, wäre aber eure Linie länger als *b c*, so erlängert die Seiten *a b* und *a c*, und ziehet eure Linie auch der Linie *b c* parallel, und lasset die Linien durch jede Theilung aus *a* herab laufen.

§. 64.

Eine Figur zu vergrössern.

Als hier das Quadrat *A* Figura VI. Tabula XI. soll viermahl vergrössert werden. Messet die Seite des Quadrats auf der Linie, und ihr findet 4, multipliciret dieses mit 4, giebet 16, nehmet also 16 auf der Quadrat-Linie, so habet ihr die Seite eines vierfach grössern Quadrats.

§. 65.

Einen Triangel zu verkleinern.

Als Fig. VII. Tab. XI. den Triangel um $\frac{1}{2}$ zu verkleinern.

Messet

Messet die Seite *B* auf dem Lin. Quadr. und findet 9 hiervon $\frac{2}{3}$ macht 6, weil er nun ein Drittel kleiner seyn soll, so nehmet 6 auf der Lin. Quadr. und macht den Triangel. *D.*

§. 66.

Einen ungleich-seitigen Triangel zu vergrössern oder zu verkleinern.

Es sey Figura IX. Tabula XI. *a b c.*

Solchen noch einmal so groß zu machen, verlängert die beyden Seiten *a b* und *a c*, hernach nehmet die Seite *a b*, messet solche auf der Linea quadrata, und findet hier 5, solche duplirt, giebt 1°; nehmet also von der Linea quadrata 1°, traget es aus *a* in *d*, hernach messet auch *a c*, giebt 9′, solche duplirt, thut 18, und diese Länge von der Linea quadrata traget aus *a* gegen *e*, und ziehet die Linie *d e*, so ist *a d e* noch einmahl so groß als *a b c.*

§. 67.

Einen Triangel nach Begehren abzutheilen.

Solcher sey *a b c* Figura X. Tabula XI. und soll in 3 Theile getheilet werden.

Nehmet an die Seite, als hier *a b* soll getheilet werden, messet solche auf dem Decimal-Stab, und findet 1° 2′, solches dividiret mit 3, giebt einem Theil 4, diese nehmet vom Decimal-Stab, und theilet die Basin *b a* in 3 Theile, und ziehet aus *c* Linien.

§. 68.

Einen Triangel durch Parallel-Linien zu theilen.

Der Triangel sey *a b c* Figura XI. *a* Tabula XI. und werde in 3 Theile getheilet.

Messet die beyden Linien *a b* und *a c* auf der Linea quadrata, findet aber keine Zahl, die durch 3 sich dividiren lässet; nehmet alsdenn von dieser Linie 3°, stellet solche auf eine grade Linie Figura XI. *b* aus *a* nach *b*, machet damit einen Bogen *b c*, auf diesem Bogen stellet die Seiten des Triangels *a b* und *a c*, ziehet aus *a* durch diese 2 Puncte des Bogens Linien, hernach nehmet von der Linea quadrata 1°, machet damit aus *a* den Bogen *d e*, nehmet ferner die Chordam *d e*, traget solche auf die Seiten des Triangels aus *a* in *f*, und die Chordam *d i* aus *a* in *g*, ziehet die Puncte zusammen, damit ist der Triangel durch mit der Basi *b c* parallel gezogene Linien in drey gleiche Theile getheilet.

§. 69.

Wie die Linea Cylindrica aufzutragen.

Diese Linie wird verfertiget, indem man die Seite eines Quadrat-Schuhs in den Diameter des Zirkels verwandelt, als:

Area Circuli hat in Diametro was Area des Quadrat-Schuhs 1° 0′ 0″.

$$
\begin{array}{l}
11 \; - \; - \; - \; - \; 14 \; - \; - \; - \; - \; - \; 10000. \\
\qquad\qquad\quad \underline{10000} \\
\qquad\qquad\quad 140000 \\
\qquad\quad 11.)\overline{\qquad\qquad} \\
\qquad\qquad\quad 1272727 \\
\text{Rad. } 1128. \text{ Diameter Circuli.}
\end{array}
$$

Ist

Ist also der Diameter des Zirkels lang 1 Schuh, 1 Zoll, 2 Gran, 8 Scrupel, gegen die Seite des Quadrat-Fusses. Diese ganze Länge wird genommen und in 1000 Theile getheilet, wie der Maaßstab Figura V. voriger Tafel, vermittelst eben voriger geometrischer Tabelle und dieses Maaßstabes wird die Linea Cylindrica eben auf die Art aufgetragen, als die Linea Geometrica.

§. 70.

Die mechanische Art solche Linie nach dem Cylinder zu theilen.

Dieses geschiehet auf eben die Art, wie bey dem Quadrat. Als Figura VII. Tabula X. sey der Zirkel *A*, da werden erst die zwey Linien *AB* und *AC* gestellet, und ist *AD* und *AC* die Länge des Diametri, und die Diagonal *CD* ist die Länge zum andern Theil *AE*. Die Diagonal *CE* die Distanz zum dritten, u. s. f.

Hier auf unserm Maaßstabe findet ihr nur etliche 70 Theile aufgetragen, weil die Linie nicht so lang und nur 1 Schuh ist.

Die Probe ist mit der Linea Geometrica gleich, weil sie aus eben dieser Tabelle aufgetragen ist.

Der Nutzen ist: Ein Quadrat in einen Zirkel, und den Zirkel hingegen in ein Quadrat zu verwandeln; wie auch den Inhalt einer Zirkel-Fläche, oder wenn der Inhalt bekannt, den Diametrum zu finden, auch solchen zu vergrössern oder zu verkleinern, und endlich auch zu Visirung der Cylindrischen Cörper.

§. 71.

Etliche Exempel von dem Nutzen der Cylindrischen Linie.

Ein Quadrat in einen Circul zu verwandeln.

Solches sey *a b c d* Figura XII. Tabula XI.

Nehmet die Seite des □ und messet solche auf der Linea quadrata, und findet 1°. nehmet darnach auf der Cylindrica auch die Weite von 1°. so habet ihr den Diameter *e f* des Zirkels gefunden, der eben so groß ist am Inhalt als das Quadrat *a b c d*.

§. 72.

Den Zirkel ins Quadrat zu verwandeln.

Solches sey voriger Zirkel, dessen Diameter *e f*, solchen traget auf die Lineam Cylindricam, und findet 1°, nehmet dahero auf der Linea quadrata auch 1°, so giebet solches die Länge der Seite vom Quadrat *a b c d*.

§. 73.

Den Inhalt eines Zirkels zu finden.

Solcher sey Figura XIII. in Diametro 7° 9.

Nehmet auf dem Decimal-Stabe 7° 9′ traget solche Länge auf die Cylinder-Linie, so findet ihr 49°. Quadrat-Fuß Inhalt.

§. 74.

Einen Zirkel zu vergrössern oder zu verkleinern.

Es sey der Diameter eines Zirkels *a b* 3° 9′ Figura XIV. Tab. XI.

Solcher soll nicht nur dreymahl grösser, sondern auch eben derselbe halb so klein gemachet werden. Nehmet vom Decimal-Stab 3 9, stellet solche auf die Lineam Cylindricam, so findet ihr zum Inhalt 12°, solche mit 3 multipliciret, (weil er dreymahl grösser werden soll,) giebet 36, nehmet also auf der Linea Cylindrica 36, so findet ihr auf dem Decimal-Stab 6° 7′ 8″ den Diametrum Circuli *c d*, welcher dreymahl grösser ist.

§. 75.

Solchen halb so klein zu machen.

So dividiret 12° durch 2, giebet 6, nehmet auf der Linea Cylindrica 6, traget solche auf den Decimal-Maaßstab, so findet ihr 2° 7′ 8″ den Diametrum Circuli *e f*, welcher halb so klein ist als der Zirkel *a b*.

Eben also verfähret man mit denen Zirkel-Stücken.

§. 76.

Einen halben Zirkel in einen ganzen zu verwandeln.

Es sey der Semidiameter eines halben Zirkels oder Quadrantens *a b* 3°. Figura XV. Tabula XI. solchen in einen ganzen Zirkel zu verwandeln.

Nehmet auf dem Decimal-Stabe 3°, messet solche auf der Cylinder-Linie, so findet ihr 7°, solche halbiret, giebet 3° 5′. Nehmet also von der Cylinder-Linie 3° 5′, messet solche auf dem Decimal-Stabe, so findet ihr 2° 1′ 2″, als den Semidiametrum *c b* eines ganzen Zirkels, welcher so groß ist als der halbe Zirkel. Theilet ihr aber 7° durch 4, so giebet es 1° 7′ 5″, solche nehmet von der Cylinder-Linie, so findet ihr auf der Decimal 1° 5′ den Semidiametrum Circuli *a d*, welcher am Inhalte so groß als der Quadrant *a b c*.

§. 77.

Den Inhalt eines Cylinders zu finden.

Der Diameter *a b* sey 5°, die Länge *c d* 20°, nehmet auf dem Decimal-Stab 5°, messet solche auf der Cylinder-Linie, thut 19° 6′, solche mit der Höhe 20° multipliciret, giebet 392 Cubische Schuhe, als den cörperlichen Inhalt. Besiehe Figura XVI. Tabula XI.

§. 78.

Einen gleichseitigen Cubum in einen Cylinder von gleicher Höhe zu verwandeln.

Der Cubus hat zur Seite 1° 8′ 5″. Nehmet vom Decimal-Stabe 1° 8′ 5″, messet solches auf der Linea quadrata, so findet ihr 3° 4′ 2″, den Inhalt der Basis vom Cubo, solchen verwandelt in einen Zirkel. Also nehmet auf der Cylindrischen Linie 3° 4′ 2″, messet solche auf dem Decimal-Stabe, giebet 2° 0′ 8″, welches den Diameter des Zirkels giebet, auf diesen stellet die Höhe des Cubi, so ists gethan.

§. 79.

Wie die Cubic-Linie aufzutragen.

Die Cubic-Linie zuzubereiten, erfodert erstlich einen Maaßstab, dessen Länge, so ihr just gleich, in 1000 Theile getheilet ist, und eine Tabelle, welche auf folgende Art bereitet wird: man multipliciret 10000 cubice, kommet 100|0000000000, hiervon 100 abgeschnitten, weil die Cubic bis 100 aufgetragen wird, bleiben 10 Nullen übrig, welche hinter jede Zahl, so auf dieser Linie befindlich ist, gesetzet werden, und sodenn Radix

dix cubica extrahiret wird, so erscheinen die Zahlen, wie sie in der Tabelle zu ersehen, die Zahl 1 mit ihren 10 Nullen 10000000000, giebet den Radicem zum ersten Puncte 2154. Die Zahl des andern Puncts ist 20000000000, und dessen Radix 2714, und so fort mit andern Zahlen, doch hat man solche Operation nicht nöthig, weil solche Tabelle allbereit verfertiget ist; Wer aber gerne weiter gehen wollte, hat eben nicht nöthig, den Radicem mit so großer Mühe zu suchen, sondern kann sich nur die Tabellen Joh. Pauli Buchneri, so unter dem Titel: Tabula Radicum Quadratorum & Cuborum, ad Rad. 12000 zu Nürnberg 1701 in lang Duodec. herausgegeben, zur Hand schaffen.

Tafel zur Theilung der Cubic-Linie.

Punct.	*Radix.*	*Punct.*	*Radix.*	*Punct.*	*Radix.*	*Punct.*	*Radix.*
1	2154	26	6383	51	7990	76	9126
2	2714	27	6463	52	8041	77	9166
3	3107	28	6542	53	8093	78	9205
4	3420	29	6619	54	8143	79	9244
5	3684	30	6694	55	8193	80	9283
6	3915	31	6768	56	8243	81	9322
7	4121	32	6840	57	8291	82	9360
8	4309	33	6910	58	8340	83	9398
9	4481	34	6980	59	8387	84	9435
10	4642	35	7047	60	8434	85	9473
11	4791	36	7114	61	8481	86	9510
12	4932	37	7179	62	8527	87	9546
13	5066	38	7243	63	8573	88	9583
14	5192	39	7306	64	8618	89	9619
15	5313	40	7368	65	8662	90	9655
16	5429	41	7429	66	8707	91	9681
17	5540	42	7489	67	8750	92	9726
18	5646	43	7548	68	8794	93	9761
19	5749	44	7606	69	8836	94	9796
20	5848	45	7663	70	8879	95	9830
21	5944	46	7719	71	8921	96	9865
22	6037	47	7775	72	8963	97	9899
23	6127	48	7830	73	9004	98	9933
24	6214	49	7884	74	9045	99	9967
25	6300	50	7937	75	9086	100	10000

§. 80.

Die Probe, ob diese Linie richtig aufgetragen ist.

Wenn man mit dem Hand-Zirkel den 1 Theil nimmet, und beym Umschlagen findet 8, 27, 64, 2c. Gleichwie nun bey der Quadrat-Linie eine a parte Tafel beygesetzet, so will hier dergleichen auch thun:

Die Tafel ist diese:

Tabula

Tabula zu denen Proben der Cubic-Theilung.

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120
3	27	54	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	378	405
4	64	128	192	256	320	384	448	512	576	640	704	768	832	896	960
5	125	250	375	500	625	750	875	1000	1125	1250	1375	1500	1625	1750	1875
6	216	432	648	864	1080	1296	1512	1728	1944	2160	2376	2592	2808	3024	3240
7	343	686	1029	1372	1715	2058	2401	2744	3087	3430	3773	4116	4459	4802	5154
8	512	1024	1536	2048	2560	3072	3584	4096	4608	5120	5632	6144	6656	7168	7680
9	729	1458	2187	2916	3645	4374	5103	5832	6561	7290	8019	8748	9477	10206	10935
10	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	14000	15000

Diese Tafel wird ebenfalls wie vorige gebrauchet, die bey der Quadrat-Linie gesetzet worden.

Der Gebrauch dieser Linie ist, Radicem Cubicam zu finden, und alle gleichförmige Cörper zu multipliciren oder zu dividiren.

§. 81.

Etliche Exempel von dem Nutzen und Gebrauch der Cubic-Linie.

Radicem cubicam zu extrahiren, oder, so der Inhalt eines Würfels gegeben worden, die Seite desselben zu finden: 1) Wenn die Zahl des Inhalts nicht über 1000, z. E. 125, darf diese Zahl mit dem Zirkel auf der Linea cubica nur abgenommen, und diese unverrückte Weite auf den Decimal-Stab aufgetragen werden, da denn die durch diese Zirkel-Oeffnung begriffene Zahl, welche hier 5 seyn wird, die verlangte Wurzel zu dem Cubo 125. 2) So aber der Inhalt sich über viel tausend erstrecket, und daher, wie bekannt, in zwey, drey, auch wohl mehr Classen getheilet werden müste, welche Anzahl der Classen gewöhnlich zu erkennen giebet, wie viel Theile der Radix bekomme, so lässet man jede Abtheilung auf der Linea cubica vor tausend passiren, damit auch der gröste Numerus mit einer nicht eben so grossen Oeffnung des Zirkels zu fassen. Auf dem Decimal-Stabe hergegen bekommen die Theilungen, nach der Anzahl der Classen, ihren Werth, so daß, wenn der Numerus, daraus Radix cubica zu ziehen, zwey Classen hat, bedeutet alsdenn auf dem Decimal-Stab ein Theil 10, wenn drey Classen vorhanden, gilt ein Theil auf demselben 100, wenn vier Classen vorhanden, 1000, u. s. f. Z. E. Aus 19 683 ist die Cubic-Wurzel zu ziehen, so theilet diese Zahlen gehöriger massen, wie hier zu sehen, in ihre Classen: Nehmet die Grösse von der ersten Classe, nebst dem Bruch von der andern, so er etwas merkliches austräget, auf der Linea cubica, indem ihr eine Abtheilung auf selbiger 1000 gelten lasset, traget solche unverrücket auf den Decimal-Stab, so werdet ihr finden, daß der Zirkel bis auf 27 zu stehen kommet; weil nun eure gegebene Zahl aus zwey Classen bestanden, und ein Theil auf der Linea cubica vor 1000 angenommen werden müssen, wird auf diesem Decimal-Maaße auch nun ein Theil vor 10 gehalten, und folglich ist der Radix nicht 2 und $\frac{7}{10}$, sondern $20\frac{7}{10}$, das ist, 27. Also auch Figura XVII. Tabula XI. aus 3|375|000 die Cubic-Wurzel zu ziehen, oder die Seite des Cubi *A* zu finden: weil eure Zahl drey Classen bekommet, so nehmet auf der Linea cubica die Grösse der ersten Classe, nebst dem Bruche von der andern, ist $3\frac{375}{1000}$, oder $3\frac{400}{1000}$, da ihr wiederum auf dieser Linie einen Theil als tausend gelten lasset, und traget solche

solche unverrücket auf das Decimal-Maaß, da ihr mit dem Zirkel bis $1\frac{5}{10}$ oder $1\frac{1}{2}$ werdet zu stehen kommen; weil nun eure gegebene Zahl drey Classen hat, und dahero, wie oben erinnert worden, ein Theil auf diesem Stabe vor 100 zu rechnen, so ist $1\frac{5}{10}$ so viel als 150.

§. 82.

Die drey Cubos A, B, C, daran die Seiten bekannt sind, in einen Cubum zu verwandeln, und sie zu addiren.

Nehmet die Seite vom Cubo $A = 150°$ auf dem Decimal-Stabe ab, und traget sie herüber auf die Cubic-Linie, an welcher ihr 3375000 oder 3, und beynahe einen halben Theil vor dessen Inhalt findet; also auch die Seite des Cubi $B = 125°$ von dem Decimal-Stab, giebt auf der Cubic-Linie 1953125, oder beynahe zwey ganze Theile; und endlich die Seite des Cubi $C = 90°$ vom Decimal-Stab, giebt auf der Cubic-Linie 729000, oder noch kein ganz Theil. Dieser dreyen Cörper Inhalt zusammen genommen, machet 6057125°; nehmet diese Weite auf der Linea cubica ab, und traget sie herüber auf den Decimal-Stab, so werdet ihr das Latus von einem Würfel finden, der alle diese drey gegebene *A B C* begreiffet, und ist 182° Fig. XX.

§. 83.

Die zwey Cubos B und C von dem Cubo D zu subtrahiren.

Fasset die Seite des Cubi *B*, messet solche auf dem Decimal-Stab, und sehet, wie viel diese Weite auf der Linea cubica dem Cörper Inhalt gebe, ist hier 729000°; also findet ihr auch den Inhalt vom Cubo *C*, der 1953125° austräget: addiret zuförderst diese beyden Cubos, derer Summam aber 2682125 ziehet von dem Inhalt des gegebenen Cubi *D* ab, welchen, so er nicht bekannt, ihr ebenfalls, wie anjetzo angewiesen worden, finden könnet, und hier 6057125° ausmachet, so ist 3375000° der Rest oder der Cubus *A*.

§. 84.

Gleich-förmige Cörper zu multipliciren.

Zum Exempel:

Einen Cubum zu machen, der dreymahl so groß, als der Cubus B. Figura XVIII.

Nehmet auf den Decimal-Stab mit dem Zirkel das Latus 125°, traget dieses hierüber auf die Lineam cubicam, so findet ihr den Inhalt eures gegebenen Cubi, nemlich 1953125; diesen Inhalt multipliciret mit 3, das Product 5859375, nach dem ihr dessen Länge auf der Linea cubica abgenommen, traget unverrückt herüber auf den Decimal-Stab, so weiset dieser das Latus 180° zu einem Cubo *E* Fig. XXI. an, der dreymahl grösser als der gegebene *B*. Ingleichen, es wird gegeben die Kugel *F* Figura XXII. um eine andere zu machen, die noch einmahl so groß: messet den Diametrum der Kugel nach einem richtigen Maaß Fig. V. Tab. X. nehmet diese Länge auf dem Decimal-Stab, und traget sie unverändert auf die Lineam cubicam: diese gefundene Grösse, als den Inhalt der Kugel, multipliciret allhier mit 2, das Product aber fasset auf der Linea cubica nochmahlen mit dem Zirkel, und traget es herüber auf den Decimal-Stab, daselbst zeiget die Länge den Diametrum zu einer noch einmahl so grossen Kugel *G* Fig. XXIII. Der Diameter der Kugel *F* sey 10, diese Länge von dem Decimal-Stabe giebt auf der Linea cubica 1, das mit 2 multipliciret, und das Pro-

duct 2 von der Linea cubica auf den Decimal-Stab übergetragen, machet daselbst den Diametrum aus für eine noch einmahl so große Kugel, nemlich 12½.

§. 85.

Gleich-förmige Cörper zu dividiren.

Z. E. der Würfel *E* soll viermahl kleiner gemachet werden:

Nehmet das Latus *a b* = 180, und suchet des Cörpers Inhalt 5859375, so, wie bereits oben angewiesen worden; dividiret diesen mit 4, den Quotienten 1464843¾ traget von der Linea cubica ab, und sehet, wie viel auf dem Decimal-Stabe vor das Latus *a b* Figura XXIV. kommen wird, solches beträget allhier beynahe 114°.

§. 86.

Wie die Linea Arithmetica aufzutragen.

Diese sollte billig die erste bey diesem unserm Stabe seyn, weil sie dienet alle Proportiones, so wohl in Arithmetica als Geometrie, Stereometrie, Trigonometrie, und dergleichen mathematischen Wissenschaften, mit ungemeiner Behendigkeit, ohne Rechnung, nur durch Hülfe eines Hand-Zirkels zu erfinden.

Sie ist ganz different von der Linea Arithmetica, die wir unten bey dem Proportional-Zirkel finden werden, dieselbe bestehet aus lauter gleichen, diese aber aus ungleichen Theilen. Ihre Länge kann unterschiedlich angenommen werden, und darf nur allemahl ein tausend-theiliger Maaßstab hierzu vorhanden seyn. Hier ist solcher ein ½ Schuh, so zugleich aus dem Maaßstab Fig. V. befindlich ist. Die Zahlen aber oder Theile, darnach dieser Maaßstab aufgetragen worden, sind hier genommen aus denen Tabulis Logarithmorum *Adriani Vlacquii*.

Puncta.	*Log.*	*Puncta.*	*Log.*	*Puncta.*	*Log.*	*Puncta.*	*Log.*
10	0	33	5185	56	7482	79	8976
11	414	34	5315	57	7559	80	9031
12	792	35	5440	58	7634	81	9085
13	1139	36	5563	59	7708	82	9138
14	1461	37	5682	60	7782	83	9191
15	1761	38	5910	61	7853	84	9243
16	2041	39	5910	62	7924	85	9294
17	2304	40	6020	63	7993	86	9345
18	2553	41	6128	64	8062	87	9395
19	2787	42	6232	65	8129	88	9445
20	3010	43	6335	66	8195	89	9494
21	3222	44	6434	67	8261	90	9542
22	3424	45	6532	68	8325	91	9590
23	3617	46	6627	69	8388	92	9637
24	3802	47	6721	70	8451	93	9685
25	3979	48	6812	71	8513	94	9731
26	4149	49	6902	72	8573	95	9777
27	4314	50	6990	73	8633	96	9823
28	4471	51	7076	74	8692	97	9868
29	4624	52	7160	75	8751	98	9912
30	4771	53	7243	76	8808	99	9956
31	4914	54	7324	77	8865	100	10000
32	5051	55	7404	78	8921		

§. 87.

§. 87.

Ob schon der Maaßstab nur 6 Zoll oder eines halben Schuhes lang ist, dennoch kann man eine Lineam von 1. 2. und mehr Fuß damit auftragen, weil man allemahl, wenn man hinaus ist, wieder von forne anfänget, und nur die Zahlen dabey observiret; denn hier die Theilungen von 1. bis 10. eben also beschaffen sind, als von 10 bis 100. nur mit dem Unterscheid, wo unten 2 stehet, oben 20, und wo unten 3, oben 30, und wo oben 50 unten 5 u. s. f. stehet. Sollte nun die Linie länger werden, würde eben diese Theilung noch einmahl angefangen, und bis zu Ende der 10ten Zahl geführet, aber an statt der ein-oder 10fachen Zahl die 100fache, nemlich von 200 bis 1000 dabey geschrieben.

§. 88.

Die größte Schwürigkeit hierbey ist, daß man die beygeschriebenen Zahlen recht verstehen lernet, und solche bald zu einfachen, bald zu 10-bald zu 100-ja bald zu 1000fachen machen kann. Sonsten ist zu merken, daß der Anfang der Linie, ehe noch ein Theil ausgehet, schon mit 1 bezeichnet ist, der mittelste Theil 10 und der oberste 100. Die kleinen Theile aber, so zwischen jeden großen stehen, können vor ganze Brüche passiren. Die kleinen Theile von 10 bis 100 können jederzeit in Gedanken vor 10 gerechnet werden, so werden alsdenn die 100 vor 1000, und 1 vor 10 genommen; ja ihr könnet so gar die unterste Zahl 1 vor 10. 100. 1000. 10000. und mehr gelten lassen, so werden alsdenn die mittlern 10 und die obern 100 mahl mehr bedeuten, wie aus folgendem zu ersehen.

Denn so die untere Zahl	so wird die mittlere	und die obere
bedeutet 1	vor 10	vor 100 gerechnet.
10	100	1000
100	1000	10000
1000	10000	100000
10000	100000	1000000

§. 89.

Zu besserer Bequemlichkeit und Sicherheit werden die Zahlen, so bey denen Haupt-Theilen von 1 bis 100 mit grösserer Zahl geschrieben, die über 100 aber mit kleiner Zahl, als da sind: die erste kleine $\frac{1}{10}$, die andere $\frac{1}{100}$, und die dritte $\frac{1}{1000}$ Theil, u. s. f. als ihr sollt 3475 mit dem Zirkel nehmen, so wird solches also geschrieben: 34_{75}; denn ihr nehmet die Weite von 1 bis 34, oder von *n* bis *o*, und weil es 3000 und 400 heissen muß, so muß auch jedes Theilgen von 10 an 100 gelten, und die großen Theile von 1 bis 10. jeder 10 Theile, das Theilgen über *o* müsset ihr nach dem Augen-Maaße theilen in 100 Theile, und 75 mit dem Zirkel dazu fassen zu denen vorigen 3400. Ob aber solches so accurat zutreffe, daß nichts zu viel oder wenig seyn sollte, getraue ich mir durch mein Augen-Maaß, welches sonst eben das schlimmste nicht ist, nicht zu erhalten. Es ist aber sicherer und besser, wenn der Stab länger ist, daß die 3000 erstlich in der dritten Abtheilung genommen werden können, so paßiret ein solcher kleiner Theil nur vor 10, wiewohl es auch angehet, wenn ihr solchen Theil nur in 10 abpasset, und 7 und $\frac{1}{2}$ davon nehmet. Ihr könnet auch solche 3475 auf dem untersten Theil des Maaßstabes nehmen, nemlich: ihr setzet die eine Zirkel-Spitze in 1 bey *n*, und die andere bey der 3, und nehmet noch 4 kleine Theile darzu, so wird aus der 3. 3000, und die darüber stehenden 4 kleine, 400, und also 3400, oder 34 hundert. Das fünfte bey *p* theilet ihr wieder nach dem Augen-Maaße in 10 Theile, und nehmet davon 7 und $\frac{1}{2}$, giebet 75, und also in Summa 3475, und alsdenn wird es so geschrieben: 34_{75}, und giebet die Distanz auf der Linie *n. p*.

§. 90.

§. 90.

Wenn aber die Zahlen unter 100 seyn, brauchet es keine Weitläuftigkeit, und verfähret man wie sonst auf einem andern Maaßstab, als: Ihr sollet 3 nehmen, so setzet ihr den Zirkel in 1. oder *n* an, und die andere Spitze auf der Linie 3. bey *q*. Die Distanz von 8 Theilen ist von 1 bis 8, oder von *n* bis *r*, die Weite von 12 Theilen von 1 bis 2 Linien über 10, oder von *n* bis *s*, u. s. f. Wenn aber die Zahlen vorkommen so über 100 sind, als zwischen 1 und 1000, so stellet ihr, wenn 375 soll genommen werden, den einen Fuß des Zirkels in 1 bey *n*, so 10 alsdenn bedeutet, und den andern in 37, nebst noch ½ ist *n t*, so sind es 37_5, und wird jedes Theil von 10. bis 100. vor 10. gerechnet. Oder ihr lasset den ersten Punct bey *n* 100. und jeden kleinen Theil 10. seyn, und nehmet die Weite von 1 bis 3, ist 300, und noch 7 kleine Theile und ½ darzu, ist 75, und also in allen 375, ist auf der Linie das Spatium *n u*.

§. 91.

Vom Gebrauch dieser Rechen-Linie.

Das Addiren und Subtrahiren geschiehet wie auf dem Decimal-Stabe, dahero es hier nicht nöthig zu wiederholen ist.

Das Multipliciren wird auf folgende Art verrichtet:

5 mit 8 zu multipliciren, setzet den Zirkel in 1 und 5, oder *n u*, nehmet die Weite, und traget solche aus 8, oder von *r* über sich, wird die Zahl 40, so über *t* stehet, treffen, und zeigen, daß 5 mahl 8. 40. ist. Oder nehmet die Weite von 1 bis 8. und setzet solche auf 5, so wird die andere Spitze ebenfalls 40 treffen.

Item: 5 mit 9. Nehmet die Weite 1 und 5, setzet mit solcher gefaßten Distanz die eine Zirkel Spitze in 9, so wird die andere oben 45 geben.

Item: 8 mit 12 zu multipliciren. Nehmet erstlich die Distanz 1 bis 8, oder von *n* bis *r*, und setzet die Weite auf 12 bey *s*, so wird die andere Spitze 96 treffen. Oder ihr nehmet erstlich 1 und 12, und traget solche Weite aus 8 über sich, so wird eben dieses kommen.

Item: 12 mit 12 zu multipliciren, so nehmet ihr die Distanz von 1 bis 12, oder von *n* bis *s*, und so ihr den Zirkel umschlaget, wird befunden, daß die Linie zu kurz sey, und die andere Zirkel-Spitze darüber hinaus gehet, derohalben setzet die eine Spitze unten auf 1_2. ist hier mit *x* gezeichnet, so wird die andere bis in *y* langen, so 144 seyn soll, davon man 4 nach dem Augen-Maaß in vierzehenden Theil nehmen muß; denn ein jedes Theil über 10, auch vor 10 Theile genommen wird: Oder nehmet vor 12 die Distanz von 1 bis 1_2, als von *n* bis *x*, und traget solche von 12 bey *s* über sich, wird es ebenfalls bis *y* kommen, und $14\frac{4}{10}$, oder 14_4, das ist, 144 betragen.

Item: 12 mit 144 zu multipliciren: Nehmet die Weite von 1 bis 1_2, oder *n x*, stellet solche aus 14_4 bey *y* über sich, so wird die andere Spitze in *z* langen, und allda zeigen $17\frac{28}{100}$, oder 17_{28}, das ist 1728, oder nehmet die Weite von 1 bis 12, oder von *n* bis *s*, und stellet solche aus 1_{44}, bey *a* über sich, wird es gleichfalls bis zu *y* langen, und die Zahl 1728 zeigen; oder nehmet die Weite von 1 bis 1_{44}, ist *n a*, stellet solche aus 12 über sich, so giebet es eben dieses bey *y* nemlich 1728. (Die 28. müssen gleichfalls schon bekannt seyn, sonst wird man sie durchs Augen-Maaß nicht so genau determiniren können.)

§. 92.

Mit gebrochenen Zahlen zu multipliciren.

als ⅚ mit ¾.

Neh-

Nehmet die Weite von 1 bis 3, stellet solche aus 5. über sich, giebet 15, weiter die Weite von 1 bis 4: stellet solche aus 6 über sich, und findet 24, das macht $\frac{15}{24}$. Diesen Bruch zu verkleinern, so nehmet die Weite von 15 bis 24, und sehet, zwischen welche kleinere Zahl solche eintreffe, und findet 5 und 8, ist also $\frac{15}{24}$, so viel als $\frac{5}{8}$. Dieses noch geschwinder zu verrichten, so nehmet die Weite von 5 bis 6, stellet solches über sich aus 4, und lasset allda den einen Zirkel-Fuß stehen, den andern aber öffnet bis in 3, und sehet alsdenn, zwischen welche ganze Zahl solche weiter eintreffen, und werdet finden, zwischen 5 und 8, giebet $\frac{5}{8}$, das ist eben, als wenn ihr die Weite von 5 bis 6 zu der Weite von 3 bis 4 addiret: ist also das Multipliciren nichts anders auf dieser Linie als Addiren.

§. 93.

Ganze mit einem Bruche zu multipliciren.

Als $3\frac{3}{4}$ mit $5\frac{7}{12}$.

Machet erstlich die Brüche zu Decimal-Brüchen, wie oben zu Anfang dieses Capitels gewiesen werden, also: $3\frac{3}{4}$ ist so viel als $3\frac{75}{100}$ und $5\frac{7}{12}$ so viel als $5\frac{583}{1000}$, nehmet hierauf die Weite von 1 bis 3_{75}, stellet solche aus 5_{583} über sich, giebet beynahe 21 oder 20_{94}, das ist $20\frac{94}{100}$ als Facit.

§. 94.

Wie durch die Linea Arithmetica zu dividiren.

Als 72 durch 6.

Nehmet die Weite von 1 bis 6, stellet solche in 72 abwärts, findet sich 12 das Facit. Wenn aber die Zahlen nicht gleich aufgehen, als 29 durch 4 zu dividiren, geschiehet es also: nehmet die Weite von 1 bis 4, stellet solche aus 29 unter sich, und findet 7_{25}, das ist $7\frac{25}{100}$, das so viel als $7\frac{1}{4}$.

§. 95.

Mit grössern Zahlen zu dividiren.

Als 360 mit 75.

Nehmet die Weite von 1 bis 7_5, stellet solche aus 36_0, abwärts, findet sich $4\frac{8}{10}$ oder $4\frac{4}{5}$ das Facit.

§. 96.

Wie Brüche mit Brüchen zu dividiren.

Als $\frac{1}{2}$ in $\frac{3}{4}$.

Resolviret erstlich die Brüche in Decimal-Brüche, so bekommet ihr $\frac{5}{10}$ und $\frac{75}{100}$. Nehmet also die Weite von 1 bis 5, stellet solche aus 7_5, unter sich, so findet ihr 1_5, das ist $1\frac{1}{2}$.

§. 97.

Wie die Linea Arithmetica in der Regula de Tri zu gebrauchen?

Als: $\frac{4}{5}$ Gulden wie viel machen sie Groschen, Batzen oder Kreuzer?

Nehmet die Weite von 1 bis 4, stellet solche in 20. (weil ein Kayser Gulden 20 Kayser-Groschen machet,) so findet ihr 16, stellet ihr solches in 15, weil 15 Batzen 1 Gulden, so findet ihr unter sich 12, stellet ihr diese Weite in 60 Kreuzer, so findet ihr 48 Kreuzer, und so viel macht $\frac{4}{5}$ fl.

Item: $\frac{1}{3}$ Rthl. wie viel machet dieser Kreuzer?

Nehmet die Weite von 1 bis 3, stellet solche aus 90 unter sich, weil 90 Kreuzer 1 Rthl.

machen, so findet ihr 30 Kreuzer. Wollet ihr Groschen, so stellet diese Weite auf 30, weil 30 Kayser-Groschen 1 Rthl. machen, und findet 10 Groschen. Sollen es Batzen seyn, stellet eben die Weite in $22\frac{1}{2}$, so giebet es 7_5 oder $7\frac{1}{2}$ Batzen. Soll es Land-Münz seyn, so stellet diese Weite aus 36. (weil 36 Land-Münz 1 Rthl.) unter sich, so findet ihr 12 Land-Münz. Zu Oesterreicher Schilling derer 12. 1 Rthl. machen, stellet gleichfalls diese Weite in 12. so giebet es unter sich 4 Schilling. Zu guten Sächsischen Groschen aber giebet diese Distanz aus 24 unter sich 8. Groschen.

Item: $\frac{5}{12}$ Schuh oder 5 ordinaire Zoll in Decimal zu verwandeln.

Nehmet die Weite von 5 bis 12, stellet solche aus 10 unter sich, so findet ihr $4_{1\,7}$. das ist $4\frac{17}{100}$ oder 4 Zoll, 1 Gran, 7 Scrupel.

§. 98.

Wie aus Bruch-Zahlen das Ganze zu finden.

Als, wie viel Land-Münzen, zu $2\frac{1}{2}$ Kreuzern, machen 1 fl.?

Nehmet die Weite von 1 bis 2_5, oder welches gleich viel ist $2\frac{1}{2}$, stellet solche in 60 Kreuzer als 1 fl. abwärts, giebet 24 Land-Münzen.

Item: 1 Elle Band kostet $1\frac{1}{2}$ Kreuzer, wie viel Ellen vor 1 fl.

Nehmet die Weite von 1 bis 1_5, das ist $1\frac{1}{2}$, stellet solche aus 60 unter sich, giebt 40 Ellen vor 1 fl.

Item: 1 Elle Band vor 3 gute Groschen, wie viel vor 2 Rthl?

Nehmet die Weite von 3 bis 24, stellet solche in 2 Rthl. über sich, so findet ihr 16 Ellen.

Oder, nehmet die Weite von 1 bis 3, stellet solche aus 48 Gr. als 2 Rthl. unter sich, giebet auch 16 Ellen. Oder nehmet die Weite von 3 Gr. bis zu 2 Rthl. stellet solche aus 24 unter sich, giebet gleichfalls 16 Ellen vor 2 Rthl.

§. 99.

Zu zwey Zahlen die dritte zu finden.

Als zu 8 und 16 die 3 grössere oder kleinere Proportional-Zahl.

Nehmet die Weite von 8 bis 16, stellet solche aus 16 über sich, so findet ihr die grössere 32, stellet ihr aber diese Weite aus 8 unter sich, so findet ihr 4, die dritte kleinere.

§. 100.

Zu drey Zahlen die vierte zu finden.

Als: 1 Maaß Wein vor 18 Kreuzer, wie theuer 40 Maaß?

Nehmet die Weite von 18 bis 60 (weil 60 Kreuzer 1 fl.) stellet solche in 40 unter sich, giebet 12 fl.

Item: 36 Maaß kosten 16 fl. wie theuer 90 Maaß?

Nehmet die Weite zwischen 16 und 36, stellet solche aus 90 unter sich, giebet die andere Spitze 40 fl.

Item: 90 Maaß Wein kosten 40 fl. oder 36 Maaß kosten 16 fl. was 1 Maaß?

Nehmet die Weite von 90 bis 40, stellet solche in 60, als 1 fl. unter sich findet ihr $26\frac{2}{3}$ Kreuzer. Oder, nehmet die Weite von 90 bis 60, stellet solche aus 40 unter sich, giebet auch $26\frac{2}{3}$ Kreuzer. Oder, nehmet die Weite von 36 bis 16, stellet solche aus 60 unter sich, so findet ihr $26\frac{2}{3}$. Oder, nehmet die Weite von 36 bis 60, stellet solche aus 60 über sich, giebet $26\frac{2}{3}$, so viel eine Kanne kostet.

§. 101.

Wenn Zahlen, so diese Linie übertreffen, vorkommen, wird also verfahren.

15 Ellen Tuch kosten 40 fl. was kosten 60 Ellen?

Nehmet die Weite von 15 bis 40, stellet solche aus 60 über sich; weil ihr aber findet, daß die andere Spitze über die Linie hinaus gehet, so stellet die eine Spitze auf 6 oder 6_0 über sich, so findet ihr 160 fl. das Facit. Merket wohl:

§. 102.

Wenn der Zirkel über oder unter sich muß gestellet werden.

Wenn der Divisor oder die fordere Zahl in der Regula de Tri kleiner ist als die mittlere oder hintere Zahl, so stellet den Zirkel über sich, ist aber der Divisor grösser, unter sich.

§. 103.

Wie operiret man, wenn bey der Regul de Tri in der Mitten etliche Zahlen oder mancherley Münze?

Als: 1 Elle Tuch um 3 fl. 17 Kreuzer, 3 Pfennige, wie theuer 14 Ellen?

Ihr suchet jede Zahl a part, und addiret alsdenn die Summa zusammen, als: erstlich nehmet die 1 bis 3, und stellet solche in 14 über sich, giebt 42 fl. das notiret. Ferner: die Weite von 17 bis 60, als einen fl. solche von 14 unter sich, giebet 3_{97}, das sind Gulden. Will ich wissen, wie viel $\frac{97}{100}$ fl. an Kreuzern machen, so nehmet die Weite von 97 bis 100, stellet solche aus 60 unter sich, giebet 58 Kreuzer, sind also 3 $\frac{97}{100}$ fl. so viel als 2 fl. 58 Kreuzer. Ferner: nehmet die Weite von 3 bis 4, weil 4 Pfenn. 1 Kreuzer machen, stellet solche aus 14 auch unter sich, und findet $10\frac{1}{2}$, oder 10 Kreuzer 2 Pfenn. thut alles in Summa 46 fl. 8 Kreuzer, 2 Pfennige. Oder, nehmet die Weite von 18 bis 60, stellet solche aus 14 unter sich, findet $4\frac{1}{2}$, das ist $4\frac{2}{10}$, oder 4 fl. 12 Kreuzer, weilen $\frac{1}{10}$ fl. 6 Kreuzer machen, solche zu 42 addiret, thut 46 fl. 12 Kreuzer, hiervon sind leichtlich zu subtrahiren 3 Kreuzer, 2 Pfennige, restiren also 46 fl. 8 Kreuzer, 2 Pfennige. Oder nehmet die Weite von 1 bis 3, stellet solche aus 14 über sich, giebet $46\frac{2}{10}$ fl. oder 46 fl. 12 Kreuzer, davon sind 17 Pfennige abzuziehen, bleibet 46 fl. 8 Kr. 2 Pf.

§. 104.

Wie zu verfahren, wenn hinten und forne 1 stehet?

Als: 1 Pfund um 24 Kreuzer, wie theuer 1 Loth?

Nehmet die Weite von 24 bis 32 Loth, als 1 Pfund, stellet solche aus 4 unter sich, weil 4 Pfenn. 1 Kreuzer machen, und findet 6 Pfennige, als das Facit.

§. 105.

Wenn in der Mitte 1 stehet.

Als: 42 Ellen um 1 fl. wie kommen 7 Ellen?

Nehmet die Weite von 42 bis 7, stellet solche aus 60 Kreuzer als Gulden unter sich, so findet ihr zum Facit 10 Kreuzer. Oder, nehmet die Weite von 42 bis 60, stellet solche aus 7 unter sich, giebt auch 10 Kreuzer.

§. 106.

Wenn in der Mitten und hinten 1 steht.

Als: 3 Ellen um 1 fl. wie theuer 1 Elle?

Neh-

Nehmet die Weite von 1 bis 3, stellet solche aus 60 Kreuzer unter sich, ist das Facit auch 20 Kreuzer, oder nehmet die Weite 3 bis 60, stellet es aus 1 über sich, giebt auch 20 Kreuzer.

§. 107.

Wenn fornen, in der Mitten, und hinten mancherley Maaß, Gewicht und Geld ist, wie also zu verfahren.

Als: 3 Rieß Papier kosten 5 fl. 18 Kreuzer, wie theuer 5 Rieß, 8 Buch?

Nehmet die Weite von 3_2 bis 5_4, stellet solche aus 5_3 über sich, und findet 8_{95}, oder $8\frac{95}{100}$ fl. diesen Bruch resolviret in Kreuzer, das ist, nehmet die Weite von 95 bis 100, und solche aus 60 unter sich, giebet 57 Kreuzer: ist also das Facit 8 fl. 57 Kr.

§. 108.

Wie die Circumferenz eines Zirkels zu finden, wenn der Diameter gegeben?

Es sey der Diameter Circuli $5^\circ\ 7'$

Weil bekannt, daß der Diameter des Zirkels sich gegen die Peripherie verhält, wie 7 zu 22, so nehmet die Weite von 7 bis 22 stellet solche auf 5_7 über sich, so findet ihr 18, oder genauer $1^\circ\ 7'_9$, als die Circumferenz. Soll der Diameter aus der Circumferenz gefunden werden, wird es nur umgekehret, oder der Zirkel unter sich gekehret.

§. 109.

Wie Geld-Sorten zu verkehren.

Als: 36 Rthlr. in fl. zu verwandeln.

Weil ein Rthlr. 24 Groschen, und ein fl. 16 Gr. hat, so nehmet die Weite zwischen 24 und 16, und setzet solche aus 60 über sich, so findet ihr 90 fl. sollten aber 60 fl. in Rthl. verwandelt werden, so setzet ihr dieses contra aus 60 unter sich, giebt 40 Rthl.

Item: 30 Rthl. den Thaler zu 29 Batzen gerechnet, wie viel thun sie fl. den Gulden zu 15 Batzen?

Nehmet die Weite zwischen 15 und 29, setzet solche in 30 über sich, giebet 58 fl. Oder nehmet die Weite von 15 bis 30, stellet solche aus 29 über sich, so wird jede Art die Zahl 58 als so viel Gulden, treffen; sollen aber 30 fl. zu Rthl. gemachet werden, geschiehet die Operation eben auf diese Art, nur daß ihr allemahl die andere Spitze unter sich kehret, da es denn 20 oder so viel Rthl. zeiget.

Item: 160 fl. zu Thl. zu machen, und den Rthl. zu $28\frac{1}{2}$ den fl. aber zu 15 Batzen gerechnet.

Nehmet die Weite von 15 bis $28\frac{1}{2}$, stellet solche aus 16_0. unter sich, giebet 84_2. oder $84\frac{1}{5}$ Rthlr.

§. 110.

Wie Radix quadrata zu extrahiren aus 42?

Theilet mit dem Zirkel die Linie zwischen 1 und 42 in zwey Theil, so findet ihr $6\frac{6}{10}$. die Quadrat-Wurzel. Item aus 16, so findet ihr 4 u. s. f.

Item: aus 84400.

Weil hier 3 Puncte, so muß ich auch 3 Zahlen zum Radix haben, also nehme ich die

die erste Zahl, als 8, und laß sie seyn 8_{44}, nehme die Weite von 1 bis dahin, theile die Länge, und finde 2_{90}, zur Wurzel.

§. 111.

Hiermit müssen wir vor dießmahl unsere Exempel beschliessen, weil noch zu unserm gemessenen Raum eine grosse Compagnie vorhanden. Ein Liebhaber kann aus diesen wenigen Exempeln leichte den Gebrauch, Nutzen und Vortheil, und auch die Fehler erkennen. Wer ein mehrers zu lernen begierig, kann solches bey unserm Autore erlangen, da er noch beynahe in die anderthalbhundert curieuse ausgegeben findet.

§. 112.

Von der Linea Chordarum.

Obschon diese Linie mehr zur Geometrie als Arithmetic gehöret, auch solche nützlich und leichter beym Proportional-Zirkel ist; so will doch inzwischen derselben Beschreibung, und wie sie aufgetragen wird, hier beybringen, damit man sich einen bessern Concept von der Linea Sinuum & Tangentium, die hierauf folget, machen kann.

Gleichwie die Geometrie gleichsam der Grund und das Fundament zu allen andern mathematischen und physicalischen Wissenschaften ist, also ist auch der Triangel der erste und vornehmste, als in welchen alle mehrseitige Flächen resolviret werden, und daraus entspringen; dannenhero die Lehre der Triangel, und ihre Dimension, wohl vor den Kern der Geometrie zu achten, ohne welche weder die übrigen Theile der Geometrie, noch andere daher entstehende Künste, als Geodæsia, Optica, Gnomonica, Geographia, Architectura, Astronomia, Musica, &c. gründlich erlernet werden mögen. Es beruhet aber die Dimension der Triangel auf dreyen Stücken, als: Seiten, Winkel, und der Fläche selbst. Die Ausmessung der Flächen ist allen andern Figuren gemein, und wird nach denen Quadratis verrichtet, wie *Proposit. 41. 42. Lib. I. Euclidis* zu erlernen; die Seiten und Winkel aber des Triangels zu messen, geschiehet durch die Regula de Tri, die da lehret, wie man von vieren untereinander proportionirten Zahlen, so drey derselben bekannt, die vierte unbekannte erforschen soll; dahero vonnöthen, daß die Winkel und Seiten, als Theile des Triangels, in gewisser Proportion gegeneinander stehen, und mit einer bekannten Zahl müssen ausgesprochen werden können. Solche Proportion aber, (weil aller Winkel Mensur ein Zirkel-Bogen oder krumme Linie ist, so aus denen Spitzen des Winkels als Centrum gerissen wird, zwischen beyden Linien, so den Winkel einschliessen, und man dahero bis jetzo keine gewisse Proportion der krummen Linie gegen die gerade erfinden können,) kann man nicht wissen, es sey denn, daß an statt gemeldeter krummen Linien, als Maaß des Winkels, andere gerade zu dem Zirkel appliciret, und der Grösse, so sie zu dem halben Diameter desselben Zirkels haben, gegeben werde; solche gerade Linien nun, die zu dem Zirkel appliciret, und an statt der krummen Maaße des Winkels genommen werden, sind nichts anders, als die sogenannten Sinus, Tangentes und Secantes, zu derer Erkänntniß und Beyhülfe auch die Chorda gehöret. Und damit einer, der noch nicht grosse Einsicht in die geometrische Wissenschaft hat, solches besser verstehen möge, so wollen wir diese Linien durch eine Figur erklären:

Der Winkel, Bogen, oder Zirkel-Stück ist ein Theil eines halben Zirkels, so von zwey Linien gefasset wird, als dem halben Zirkel *B C H* der Bogen *B D*, welchen die Linien *D A* und *B A* fassen oder beschliessen, Figura IX. Tabula X.

Chorda oder *Subtensa* eines Bogens, ist eine gerade Linie, so einem Winkel-Bogen unterzogen wird, als in eben der Figur die Linie *B D* des Bogens *B D*,

und die Linie *D G* des Bogens *D C G*, wie auch die Linie *B C* des Bogens *B D C*.

Sinus ist zweyerley, *Sinus totus* und *partialis*. Sinus totus welcher auch *Radius* genennet wird, ist der Sinus zu 90 Graden, und an sich selbst nichts anders, als der halbe Diameter des Zirkels, von dessen Bogen oder eingezeichnetem Winkel geredet wird, als in unserer Figur *A D. A B. A H.* und *A C.* Sinus partialis ist, darzu weniger und zu Zeiten mehr als 90 Grad gehörig, und ist dreyerley: *Sinus Rectus*, *Versus & Complementi*. Sinus Rectus eines gegebenen Bogens ist der halbe Theil derjenigen Chorda, welche noch so vielen Gradibus unterzogen ist, als der gegebene Bogen hält. Oder es ist die Linie, welche von dem oberen Punct des gegebenen Bogens Bley-recht auf den Radium, als das andere Latus des gegebenen Bogens und Sectoris fällt, und dieser Sinus rectus, weil er am öftern vorkommet, wird gemeiniglich nur bloß Sinus genannt, und wird niemahlen ein anderer verstanden, wenn nicht Versus oder Complementi darbey stehet. Als in unserer Figur ist der Sinus rectus der sogenannte bloße Sinus des Bogens *D B D E*, welcher so groß ist als die Helfte der Chordæ, *D G*, welche noch so vielen Gradibus unterzogen ist, als *D B*.

Sinus Complementi ist der Sinus rectus des übrigen Bogen-Stückes, welcher mit samt dem gegebenen so viel thut als ein Quadrans oder ein Viertel eines Zirkels, nemlich 90 Grad. Als, ich setze der Bogen *B D* halte 45 Grad, so muß der übrige *D C*, so samt ihm einen Quadranten erfüllet, und dahero sein Complement heisset, auch 45 Grad haben. Ist derowegen wenn man redet von dem Bogen *B D* oder von dem Winkel *B A D* seinem Sinu *D E*, der Sinus seines Complements *D F*, (nemlich zu 90 Graden) aber das Complement zu einem halben Zirkel oder 180 Grad des Bogens *B D*, ist der Bogen *D C G H*, und hinwieder dieses Bogens *D C G H* Complement zu 180 Grad ist der Bogen *B D*. Es wird aber, wenn des Complements gedacht, und nicht darzu gesetzet wird, daß es zu 180 Grad oder einen halben Zirkel sey, das Complement zu 90 Graden verstanden.

Sinus Versus, item *Sagitta*, ist ein Stück des Diametri, welcher die Chordam in zwey gleiche Theile theilet, wie der Bolzen an einer Armbrust den Bogen. Als *B E* ist der Sinus Versus, it. Sagitta des Bogens *D B* wie auch *F C* des Bogens *D C* oder *C G*.

§. 113.

Nun auf unsere Lineam Chordarum zu kommen, so ist sie nichts anders als eine gerade Linie von einem Ende eines Zirkel-Bogens zu einem andern gezogen.

Wie die Linea Chordarum bereitet wird.

Sie wird aus denen Tabulis Sinuum aufgetragen, vermittelst eines 1000 theiligen Maaßstabes. Die ganze Linea Chordarum von 180 Grad wird vor den Sinum totum oder Radium von 10000 Theil genommen oder gerechnet, und ist also jeder Chordæ halber Theil der Sinus des halben Winkels, und also 30 Minuten, so in denen Tabulis Sinuum 87 hat, wird hier vor 1 Grad angenommen; der Radius und Sinus totus, welcher sonst 10000, ist hier nur 500, und giebet 60 Grad, welches der Sinus von 30 Grad ist, wie aus nachfolgendem zu ersehen.

§. 114.

§. 114.

Tabula zur Division der Linea Chordarum.

Grad.	*Chord.*	*Grad.*	*Chord.*	*Grad.*	*Chord.*	*Grad.*	*Chord.*	*Grad.*	*Chord.*
1	87	34	2924	67	5519	100	7660	133	9171
2	175	35	3007	68	5592	101	7716	134	9205
3	262	36	3090	69	5664	102	7771	135	9239
4	349	37	3173	70	5736	103	7826	136	9272
5	436	38	3256	71	5807	104	7880	137	9304
6	523	39	3338	72	5878	105	7934	138	9336
7	610	40	3420	73	5948	106	7986	139	9367
8	698	41	3502	74	6018	107	8039	140	9397
9	785	42	3584	75	6088	108	8090	141	9426
10	872	43	3665	76	6157	109	8141	142	9455
11	958	44	3746	77	6225	110	8192	143	9483
12	1045	45	3827	78	6293	111	8241	144	9511
13	1132	46	3907	79	6361	112	8290	145	9537
14	1219	47	3987	80	6428	113	8339	146	9563
15	1305	48	4067	81	6494	114	8387	147	9588
16	1392	49	4147	82	6561	115	8434	148	9613
17	1478	50	4226	83	6626	116	8480	149	9636
18	1564	51	4305	84	6691	117	8526	150	9659
19	1650	52	4384	85	6756	118	8572	151	9681
20	1736	53	4462	86	6820	119	8616	152	9703
21	1822	54	4540	87	6884	120	8660	153	9724
22	1909	55	4617	88	6947	121	8704	154	9744
23	1994	56	4695	89	7009	122	8746	155	9763
24	2079	57	4772	90	7071	123	8788	156	9781
25	2164	58	4848	91	7133	124	8829	157	9800
26	2250	59	4924	92	7193	125	8870	158	9816
27	2334	60	5000	93	7254	126	8910	159	9833
28	2419	61	5075	94	7314	127	8949	160	9848
29	2504	62	5150	95	7373	128	8988	165	9914
30	2688	63	5225	96	7431	129	9026	170	9962
31	2672	64	5299	97	7490	130	9063	175	9990
32	2756	65	5373	98	7547	131	9100	180	10000
33	2840	66	5446	99	7604	132	9135		

§. 115.

Wie die Linea Chordarum einzutheilen.

Hierzu kann man eine beliebige Länge nehmen. Unser Autor hat hier solche 4 Decimal-Zoll lang gemacht, damit der Radius oder die Chorda von 60 Grad auf dem Decimal-Stab 2000 gebe, wodurch alles leichter solviret wird. Nach diesem erwählten Maaß einer Linie, so hier 4 Zoll ist, machet ihr noch einen Maaßstab von 1000 Theilgen, wie solcher Figura V. Tabula X. zu sehen, und traget nach voriger Tabelle die Theile nacheinander auf, wie schon oben gewiesen worden. Weil aber die Linie sehr kurz ist, so werden nicht

nicht alle 180 Grad darauf Raum haben, derowegen werden nur von 1 bis 90 alle Grad aufgetragen, von 90 aber bis 120 von 5 zu 5, und alsdenn nur die 10fachen; doch ist es nur zu verstehen, wenn nicht Raum genug auf der Linie ist. Wiewohl auch 90 Grad genug wäre, weil man bey stumpfen Winkeln sich des Complements bedienen kann.

§. 116.

Die Lineam Chordarum mechanice aufzutragen, oder einen Maaßstab darauf zu machen.

Machet einen halben Zirkel, dessen Diameter accurat so lang ist, als solche Linie seyn soll, als wie hier Tabula X. Figura IX. sey die Linie *A B*, das Centrum *C*, theilet den Zirkel in seine 180 Grad, wie es hier nur von 5 zu 5 geschehen, und traget aus *A* die Weite von jedem Grad auf die Linie. Als, die Weite *A b* auf dem Bogen giebet auf der Linie *A B* die Distanz *A c* von 10 Grad. Die Weite oder Chorda *A d* giebet auf der Linie die Länge *A e* von 30 Grad. Die Chorda oder Weite *A f* giebet den Radium oder die Helfte des Diameters, und der Linie nemlich *A C* 60 Grad. Und also mit allen übrigen, wie die Figur weiset. Wenn ihr die Länge *A B* in 1000 Theile theilet, und nehmet mit dem Zirkel die Theile darauf, so könnet ihr euch solche Zahlen niederschreiben und eine Tafel machen, daß ihr vermittelst grösserer und kleinerer Maaßstäbe eine dergleichen Linie darnach theilen könnet.

Der Nutzen dieser Linie ist hauptsächlich bey der Trigonometrie, dadurch statt eines Transporteurs die Winkel und Seiten eines Triangels können aufgerissen, oder dessen Weite erkundiget, wie auch die Sinus ohne Rechnen gefunden werden.

§. 117.

Als einen Winkel von 30 Grad aufzutragen.

Nehmet mit dem Zirkel auf der Linea Chordarum 60 Grad als den Radium vom Zirkel, ist *a b*, machet damit auf einer Linie Figura II. Tabula XI. aus *D* einen Bogen in *e f*, weiter nehmet mit dem Zirkel auf dem Maaßstab 30 Grad, ist *a c*, traget solche von *e* bis *f*, ziehet aus dem Centro *D* durch *f* eine Linie, so ist *e d f* ein Winkel von 30 Grad. Und also mit allen andern.

§. 118.

Wie weit oder groß ein gegebener Winkel zu messen ist.

Es sey der Winkel *g h i* Figura III. Tabula XI.

Verfahret also: Nehmet auf der Linea Chordarum mit dem Zirkel die Weite 60, oder den Radium, machet aus dem Centro *h* einen blinden Bogen in *k l*, fasset die Weite *k l* mit dem Zirkel, und traget solche auf die Lineam Chordarum aus *a*, so werdet ihr mit der andern Spitze 19 finden, so die Weite des Winkels ist, nemlich 19 Grad.

Daß diese Linie niemahlen so lang als die andern insgemein genommen wird, geschiehet darum, weil man sonst auf dem Papier, einen Winkel zu messen, oder nach einer gegebenen Grösse einen aufzureissen, allzulange Linien, und folglich grossen Raum dießfalls vonnöthen hatte, welches an kurzvorhero betrachteter Figur abzunehmen; denn wäre die Linea Chordarum z. E. noch einmahl so lang angenommen worden, so wäre auch die Entfernung der Puncte *h k* um so viel länger, und daher auch mehrerer Raum vonnöthen gewesen, der aber auf solche Art kann erspahret werden.

§. 119.

Einen stumpfen Winkel von 120° zu machen auf der Linie von 90 Grad.

Ma=

Machet mit dem Radio 60 einen halben Cirkel *m n o p* Figura IV. Tabula XI. traget aus *n* 90 Grad bis *p*, und von *p* aus noch die übrigen Grade, so über 90 sind, als nemlich 30 ist von *p* bis *q*, ziehet aus *m* eine Linie in *q*, so ist *m n q* ein Winkel von 120 Grad. Oder ziehet 120 von 180 ab, bleibet 60, diese traget von *o* gegen *p* in *q*, so ist ebenfalls *n q* 120.

Es sollte hier auch gezeiget werden: Wo der Sinus rectus eines gegebenen Winkels zu finden. Item: Wie solcher Sinus zu finden, wenn die Länge des Radii gegeben wird, wie jede regulaire Figur damit aufzureißen, u. d. gl. Weil aber solche Dinge nicht eben hieher gehören, auch der enge Raum solches nicht zuläßet, so will sehen, ob es beym Proportional-Zirkel nachholen kann. Oder der geneigte Leser kann solches beym Autore pag. 143. belieben nachzuschlagen.

§. 120.

Von der Linea Sinuum & Tangentium.

Eine solche Linie aufzutragen, ist erstlich wieder nöthig ein Maaßstab von gleicher Länge der Linien in 1000 Theile getheilet, und dann nachgesetzte Tabelle.

Tabula Sinuum Logarithmorum.

Grad.	Minut.	*Logarith.*	Grad.	Minut.	*Logarith.*	Grad.	Minut.	*Logarith.*
°	′		°	′		°	′	
=	40	658	5	=	9403	9	20	2100
=	50	1627	5	10	9545	9	30	2176
1	=	1419	5	20	9682	9	40	2251
1	10	3088	5	30	9816	9	50	2324
1	20	3668	5	40	9945	10	=	2397
1	30	4179	5	50	70	10	30	2606
1	40	4637	6	=	192	11	=	2806
1	50	5050	6	10	311	11	30	2996
2	=	5428	6	20	426	12	=	3179
2	10	5776	6	30	538	12	30	3353
2	20	6097	6	40	648	13	=	3521
2	30	6397	6	50	755	13	30	3682
2	40	6677	7	=	859	14	=	3837
2	50	6940	7	10	961	14	30	3986
3	=	7188	7	20	1060	15	=	4130
3	10	7423	7	30	1157	15	30	4269
3	20	7645	7	40	1252	16	=	4403
3	30	7857	7	50	1345	16	30	4533
3	40	8058	8	=	1435	17	=	4659
3	50	8251	8	10	1525	17	30	4781
4	=	8436	8	20	1612	18	=	4899
4	10	8613	8	30	1697	18	30	5015
4	20	8783	8	40	1781	19	=	5126
4	30	8946	8	50	1863	19	30	5235
4	40	9104	9	=	1943	20	=	5340
4	50	9256	9	10	2022	20	30	5443

Grad.	Minut.	*Logarith.*	Grad.	Minut.	*Logarith.*	Grad.	Minut.	*Logarith.*
°	′		°	′		°	′	
21	=	5543	39	30	8035	58	=	9284
21	30	5641	40	=	8081	58	30	9307
22	=	5736	40	30	8125	59	=	9330
22	30	5828	41	=	8169	59	30	9353
23	=	5919	41	30	8213	60	=	9375
23	30	6004	42	=	8255	61	=	9418
24	=	6093	42	30	8297	62	=	9459
24	30	6177	43	=	8338	63	=	9499
25	=	6259	43	30	8378	64	=	9537
25	30	6340	44	=	8418	65	=	9573
26	=	6418	44	30	8457	66	=	9607
26	30	6495	45	=	8495	67	=	9640
27	=	6570	45	30	8532	68	=	9672
27	30	6644	46	=	8569	69	=	9701
28	=	6716	46	30	8606	70	=	9730
28	30	6787	47	=	8641	71	=	9757
29	=	6856	47	30	8676	72	=	9782
29	30	6923	48	=	8711	73	=	9806
30	=	6989	48	30	8745	74	=	9828
30	30	7055	49	=	8778	75	=	9849
31	=	7118	49	30	8810	76	=	9869
31	30	7181	50	=	8842	77	=	9887
32	=	7242	50	30	8874	78	=	9904
32	30	7302	51	=	8905	79	=	9919
33	=	7361	51	30	8935	80	=	9933
33	30	7419	52	=	8965	81	=	9946
34	=	7476	52	30	8995	82	=	9957
34	30	7531	53	=	9023	83	=	9967
35	=	7586	53	30	9052	84	=	9976
35	30	7639	54	=	9079	85	=	9983
36	=	7692	54	30	9107	86	=	9989
36	30	7744	55	=	9134	87	=	9994
37	=	7795	55	30	9160	88	=	9997
37	30	7844	56	=	9186	89	=	9999
38	=	7893	56	30	9211	90	=	10000
38	30	7941	57	=	9236	❀ ❀	❀	❀ ❀
39	=	7989	57	30	9260	❀	❀ ❀	❀

Diese Verhältnisse solcher Tafel, womit unsere Linie ausgetheilet wird, sind entlehnet aus denen Tabulis Sinuum & Tangentium Logarithmorum, die Neperus, dessen Rechen-Stäbgen wir oben angeführet, erfunden, und die Adrian. Vlacq, und viele andere besonders herausgegeben. Nach diesen Theilen und Zahlen ist hier die Linea unter No. 4. vermittelst des 1000-fachen Maaßstabes Figura V. aufgetragen, auf welcher ein Anfänger die Probe nehmen kann.

§. 121.

§. 121.

Es nimmt aber die Linea Sinuum ihren Anfang von 35 Minuten, weil die vorhergehenden selten vorkommen, und so man diese auch verlangte, müßte man den Maaßstab länger machen. Diese gehet bis 90 Grad, vom 1 bis den 10 Grad ist jeder in 6 Theile getheilet, von 10 bis 60 theilet man insgemein jeden Grad nur nach dem Augenmaaße, weil solche sonderlich zuletzt allzuklein fallen wollen, in zwey oder mehrere Theile, doch ist es besser, wenn die halben Grade, die auch auf der Tabelle zu finden sind, mit aufgetragen werden. Von 60 bis 90 Grad ist die Linea nur von 5 zu 5 getheilet, wer aber solches genauer und schärfer haben will, kann sich der Tafel des *Vlacqs*, oder einer andern bedienen.

§. 122.

Wie die Linea Tangentium aufzutragen.

Solches geschiehet eben auf vorhergehende Art, nur daß eine andere Tabelle hierzu nöthig ist. Solche nimmt ihren Anfang auch von den 35 Minuten, und reichet bis auf 45 Grad, dieser Tangens von 45 Grad ist so groß als der Sinus von 90 Graden, und kann dahero eines vor das andere genommen werden. Die ersten Grade bis auf 10 sind auch jeder in 6 Theile, jeder zu 10 Minuten, und also zu 60 Minuten gerechnet. Die Tangenten aber, so 45 Grad übertreffen, laufen auf dieser Linea wieder zurück bis auf 89 Grad 25 Minuten, und also das Complement von 90.

Zum Exempel: Wann ihr den Logarithmum Tangentium von 44 Grad 9848372 zu dem Logarithmo Tangentium von 46 Grad addiret, so bekommet ihr 1000000.

Von 44°. Log. 9848372
Von 46°. Log. 0151728

Log. 10000000

Welcher Tangens von 45 Grad eben so viel als der Sinus totus von 90 hält. Derowegen auf dem Maaßstab allezeit bey dem 10 Grad das Complement darbey stehet.

§. 123.

Tabula Tangentium Logarithmorum.

Grad.	Minut.	*Logarith.*	Grad.	Minut.	*Logarith.*	Grad.	Minut.	*Logarith.*
°	′		°	′		°	′	
:	40	658	2	50	6945	5	:	9419
:	50	1627	3	:	7194	5	10	9563
1	:	2419	3	10	7429	5	20	9701
1	10	3089	3	20	7652	5	30	9836
1	20	3669	3	30	7865	5	40	9966
1	30	4181	3	40	8067	5	50	92
1	40	4638	3	50	8261	6	:	216
1	50	5053	4	:	8446	6	10	336
2	:	5431	4	10	8624	6	20	453
2	10	5779	4	20	8795	6	30	566
2	20	6101	4	30	8960	6	40	677
2	30	6401	4	40	9118	6	50	786
2	40	6681	4	50	9271	7	:	891

Grad.

Grad. °	Minut. ′	*Logarith.*	Grad. °	Minut. ′	*Logarith.*	Grad. °	Minut. ′	*Logarith.*
7	10	995	16	30	4716	31	30	7873
7	20	1095	17	=	4853	32	=	7958
7	30	1194	17	30	4987	32	30	8042
7	40	1291	18	=	5118	33	=	8125
7	50	1385	18	30	5245	33	30	8208
8	=	1478	19	=	5370	34	=	8290
8	10	1569	19	30	5491	34	30	8371
8	20	1658	20	=	5611	35	=	8452
8	30	1745	20	30	5727	35	30	8533
8	40	1830	21	=	5842	36	=	8613
8	50	1915	21	30	5954	36	30	8692
9	=	1997	22	=	6064	37	=	8771
9	10	2078	22	30	6172	37	30	8850
9	20	2158	23	=	6278	38	=	8928
9	30	2236	23	30	6383	38	30	9006
9	40	2313	24	=	6486	39	=	9084
9	50	2389	24	30	6587	39	30	9161
10	=	2463	25	=	6687	40	=	9238
10	30	2679	25	30	6785	40	30	9315
11	=	2886	26	=	6882	41	=	9392
11	30	3085	26	30	6977	41	30	9468
12	=	3275	27	=	7072	42	=	9544
12	30	3485	27	30	7165	42	30	9620
13	=	3634	28	=	7257	43	=	9696
13	30	3803	28	30	7347	43	30	9772
14	=	3968	29	=	7437	44	=	9848
14	30	4126	29	30	7526	44	30	9924
15	=	4280	30	=	7614	45	=	10000
15	30	4430	30	30	7701	✻ ✻	✻	✻ ✻
16	=	4575	31	=	7788	✻	✻ ✻	✻

Von dem Nutzen und Gebrauch sollte nun auch einige Exempel anführen, alleine, weil erstlich solches mit einem oder zwey Exempeln nicht ausgerichtet, worzu nur Raum ist, auch solche Operationes manchen noch schwehrer als die Auflösung mit der Feder und denen Tabellen kommen sollten; so will es jetzo hiermit bewenden lassen, absonderlich, weil unten Instrumenta vorkommen, da diese Operationes viel leichter und kürzer fallen. Wer hiervon den Gebrauch sehen will, findet solchen bey unserm Autore p. 157. bis zum Ende.

§. 124.

Anhang zum Rechenstabe.

Dieses wäre also kürzlich die Beschreibung des Scheffeltischen mechanischen Maaß- oder Rechenstabes. Herr Scheffelt hat solchen viereckigt gemachet, und auch das Kupfer darzu also eingerichtet, alleine es kann solcher Kupferstich auch auf ein sauber Papier oder Bretlein fein behutsam gekleibet werden, so ist solches noch viel bequemer, und leidet nicht so leichte Schaden auf denen Seiten, da es aufliegt. Weil auf der arithme-

tischen Linie, welches vorjetzo unser Hauptwerk, öfters grosse Zahlen vorkommen, und es öfters geschiehet, wenn man keinen Punct von der Theilung treffen kann, daß man bey etlichen Zahlen in Ungewißheit bleiben muß; denn solches nach dem Augen-Maaß zu theilen, oder zu judiciren, ist etwas ungewisses, und die ohnedem kleinen Theile in noch kleinere zu bringen, würde nur Confusion machen: zu dem Ende, so habe Tab. XII. Fig. III. noch eine andere Art von einer Abtheilung der arithmetischen Linie, die mir schon vor langer Zeit zu Händen kommen, mit beyfügen wollen. Es ist solche Linie eben aus dem Fundament gemachet, nur daß solche bis 10 gehet, aber hingegen fast noch einmahl so lang ist, und überdiß ist jeder Theil durch Transversalien wieder in 10 Theile getheilet, also, daß sich wirklich 1000 sichtbare Theile auf der Linie befinden. Es ist solche im Original noch einmal so lang, aber auch zehnmal so unbequem, und erfodert einen gewaltigen langen Zirkel; derowegen ich solche um die Helfte verkleinert. Die darüber stehenden Initial-Buchstaben, sollen den Autorem andeuten, und dessen ganze Beschreibung und Anweisung bestehet in folgenden, daraus aber keiner die Sache nur in etwas, wenn er sich nicht zuvorhero dergleichen bekannt gemachet, erlernen wird.

§. 125.

Kurzer Unterricht von der mechanischen Rechen-Kunst.

1. Zu Multipliciren.

Nimm mit dem Hand-Zirkel die Weite zwischen 1. 10. oder 100. und einer gegebenen Zahl, so du multipliciren sollt, und in dieser Oeffnung setze den einen Zirkel-Fuß auf die andere gegebene Zahl, so zeiget der andere Zirkel-Fuß das begehrte Product. Z. E. 12. und 7 zu multipliciren, nimmt man mit dem Zirkel die Weite zwischen 10. und 12. und in dieser Oeffnung setzet man einen Zirkel-Fuß auf 7. 70. so zeiget der andere das begehrte Product, nemlich 84. Oder 89 mit 8 zu multipliciren, nimm die Weite zwischen 100. und 89, und halte sie auf 8, so findest du das Product 712, nemlich 71 zur linken Hand, und 2 in den Transversal-Linien.

§. 126.

2. Zu Dividiren.

Setze einen Zirkel-Fuß auf den Theiler, den andern auf die Zahl so getheilet werden soll, (oder auf 1. 10. 100.) und in dieser Oeffnung halte einen Zirkel-Fuß auf 1. 10. oder 100. (oder auf die Zahl, so getheilet werden soll,) so wird der andere Fuß den Quotienten zeigen. Zum Exempel: man wollte 984 mit 12 dividiren, so nimmt man mit dem Zirkel die Oeffnung zwischen 12 und 10, und stellet einen Zirkel-Fuß auf 984, so zeiget der andere Fuß den Quotienten 82.

§. 127.

3. Nach der Regul de Tri zu rechnen.

Nimm mit dem Zirkel die Weite zwischen der ersten und andern, (oder der ersten und dritten Post) und mit unverrückter Oeffnung setze einen Zirkel-Fuß auf die dritte (oder andere) Post; so zeiget der andere Fuß das verlangte Facit. Zum Exempel: 4 Pf. kosten 6 Kr. Was 54 Pf? Da nimmt man mit dem Zirkel die Weite zwischen 4 und 6, und setzet den einen Zirkel-Fuß auf 54, so zeiget der andere 81 Kr. als das begehrte Facit.

Die 1. Anmerkung.

Findet man die andere Post, welche mit dem Zirkel genommen werden, oben, oder unter der ersten, so suchet man das Facit auch oben, oder unter der dritten Post.

Die 2. Anmerkung.

Reichet der Zirkel-Fuß über die Theilung hinaus, so lässet man denselben auf einer gleich hohen Fläche in gerader Linie stehen, und thut den Zirkel so weit zu, bis der andere Fuß auf 100. 10. oder 1. reiche: In dieser Oeffnung findet man das Facit unten, wann er oben, oder oben, wann er unten übergeschlagen. Z. E. 3 Pf. kosten 5 Kr. was 9. Pf. da wird der Zirkel-Fuß auf 9. über die Theilung reichen. Muß demnach der Zirkel in der Weite des Ueberschlags aufgethan, und unten an 10. gehalten werden, so zeiget der andere Fuß das Facit, nemlich 15. Kreuzer.

Die 3. Anmerkung.

Wann bey dem Facit ein Bruch ist, so findet man denselben durch die Transversal-Linien aufs nächste in partibus decimis, indeme man mit dem Zirkel in gerader Linie von der linken zur rechten Hand fortrücket, bis der andere Zirkel-Fuß die Transversal-Linie erreichet.

Die 4. Anmerkung.

Aus den drey gegebenen Posten der Regul de Tri, und dem Ueberschlage des Zirkels, muß man urtheilen können, aus wie vielen Arithmetischen Figuren das Facit bestehen werde. Z. E. 3 Pf. kosten 57 Kr. was 7 Pf. weil allhier 2 Posten, als 3 und 7 eine gleiche Anzahl der Arithmetischen Figuren haben, so müste das Facit aus so viel Arithmetischen Figuren, als die andere Post hat, bestehen, weil aber der Zirkel-Fuß oben überschläget, so bekommt das Facit eine Arithmetische Figur mehr, und zeiget also der Ueberschlag 133 für das Facit.

§. 128.

Die Wurzeln aus allen Potestäten zu extrahiren.

Suche die gegebene Zahl, und merke, was vor eine Zahl des zur rechten Hand stehenden Maaßstabes derselben correspondire. Diese theile mit der Zahl der Dimension, den Quotienten suche auf dem Maaßstabe, so findest du die begehrte Wurzel gegen über. Z. E. Aus 9 die Quadrat-Wurzel zu extrahiren, findet man gegen über auf dem Maaßstabe 95 und ein halbes, dividire es mit 2, so zeiget der Quotient 47 und drey Viertel, die begehrte Quadrat-Wurzel 3. Wiederum aus 64. die Cubic-Wurzel zu extrahiren, so findet man auf dem Maaßstabe gegen 64 über, 80. drey Viertel, hierzu addire 100. weil die Zahl 64. auf der linken Seite gefunden wird, so ist die Summa 180. drey Viertel, dessen dritter Theil 60. ein Viertel, zeiget die begehrte Cubic-Wurzel 4. Findet man aber die gegebene Zahl in den Transversal-Linien, muß 200. darzu addiret werden, damit man die ihm correspondirende Zahl des Maaßstabes bekomme, und so ferner. Z. E. aus 625. die Biquadratische Wurzel zu extrahiren, so findet man gegenüber auf dem Maaßstabe 79. und ein halbes, hierzu addire 200. die Summa 279. und ein halbes dividire durch 4. so zeiget der Quotient 69. 13. Sechzehntheil, die begehrte Biquadratische Wurzel 5. Ist die Wurzel irrational, bekommt man sie aufs nächste. Z. E. aus 978. die Cubic-Wurzel zu extrahiren, so findet man auf der Scala 98. und 7. Achtel, hierzu addire 200. kommt 298. und 7. Achtel, dessen dritter Theil 99. und 5. Achtel, zeiget die begehrte Cubic-Wurzel 9. und 9. Zehentheil aufs nächste. Nach Anleitung dieser Exempeln, wird man gar leicht andere berechnen können, dann weitläuftiger hiervon zu schreiben lässet die Enge des Raums nicht zu.

Das

Das XIII. Capitel.

Rechnung auf Linien ohne Zirkel.

§. 129.

Beschreibung eines curieusen Rechen-Stabes oder Linials mit dem Schieber, dadurch man ohne Hand-Zirkel, Tabellen und Rechnungen, meist alle mathematische Aufgaben, mit ungemeiner Behendigkeit solviren kann.

Wer der Inventor davon sey, kann nicht sagen, weil bey derjenigen Beschreibung, so ich als ein alt Manuscript von 10. Bogen besitze, nichts gedacht wird, ich auch dergleichen Linial sonst nirgends angetroffen. Es ist mir aber gemeldtes Linial von Buchsbaum sauber und accurat gemacht und getheilet, von dem curieusen und in Mathesi wohlerfahrnen Herrn Georg John, bey dem Königl. Preußischen Paedagogio zu Halle vor Glauche wohlbestalten Mathematico und Physico Experimentali, auf mein Ansuchen, gütigst communiciret worden. Dahero habe auch solches Tab. XII. Figura I. und II. accurat nach seiner Structur, Länge und Abtheilung, hier beygebracht.

Im übrigen werde mich bey Beschreibung und Gebrauch des Autoris Worte und Exempel aus dem Manuscript bedienen. Weil aber alle Exempel hier anzuführen eben nicht möglich ist; so kann künftig denen Liebhabern gegen Bezahlung der Abschrift mit den übrigen dienen. Oder wo sich einige zu einer Subscription verstehen wollten, will ich das ganze Werkgen zum Druck in Octavo befördern, und zugleich das Lineal auf ein subtiles Bretgen oder Pappe also zubereiten lassen, daß man solches als dieses hölzerne oder ein metallnes bequem brauchen kann, und dürfte der ganze Preis vor beydes auf ein Exemplar 16 Groschen seyn.

§. 130.

Es wird aber dieses Instrument von unserm unbekannten Autore die doppelte *Scala Proportionum* genennet, immassen die Scalae oder Linien dergestalt verdoppelt sind, daß durch Applicirung und Verschiebung der einen an der andern alle Problemata mathematica resolviret werden können, die man sonst durch die Tabulas Logarithmorum, Sinuum und Tangentium aufzulösen vermögend.

„Diesemnach sind die vornehmsten Scalae auf diesem Stabe die Lineae Numero-„rum, Sinuum und Tangentium, wie sie schon vor dem, jedoch mit dem Unterscheid „bekannt gewesen, daß, da man auf selbigen nicht anders als mit dem Zirkel operiren „müssen, auf diesen nunmehro ohne einige Hülfe des Zirkels alle mathematische Pro-„blemata bey der Arithmetic, z. E. Geometrie, Trigonometrie, Astronomie, Geographie, „Segelage, Visierung, Fortification, Pyrabolica oder Constablerey, bey Verfertigung „aller Sonnen-Uhren, bloß durch Verschiebung der mittlern Scala *A B C D* aufgelöset „werden können, ja der Rentenierer kann auch hierauf das rechte Interesse seines „Capitals rechnen, u. d. m.„

„Es bestehet dieses Instrument aus drey Linealen, deren jedes etwa einen halben „Zoll breit, und $\frac{1}{4}$ Zoll (auch etwas mehr oder weniger) dicke, wie es einem jeden „gefället. Was die Länge anlanget, kann man sie 1. 2. oder 3. Fuß machen, denn je län-„ger

„ger sie sind, je weiter und mehr können die Abtheilungen der Scalarum und folglich „auch die Operationes desto genauer werden. Von diesen Linealen oder Stücken dieser „Scalarum müssen die zwey äußersten einerley Länge, das mittlere aber wegen des Her„ausziehens etwas hervorragender, sonst aber alle drey von gleicher Dicke seyn, und an „denen Ecken so juste zusammen schließen, daß sie können zugleich enge und genau anein„ander geschoben werden, und sollen sie an jedem Ende ein klein meßingen Blättgen ha„ben, welches sie zusammen halte, und an den beyden äußern Stücken also befestiget sey, „daß sie feste liegen, und das mittlere Lineal zwischen ihnen auf- und abgeschoben wer„den könne. Die Lineae oder Scalae, so auf diesem Instrument eingegraben, sind die „gemeinen Scalae Numerorum, Sinuum & Tangentium, nur sind sie doppelt gesetzet, „einmahl auf dem einen Lineal, und noch einmahl auf dem andern, auf eben dem„selben Gliede, gleichwie die Linea Numerorum gesetzet wird, beydes auf das eine der „äusserften Stücken, und auf dem Mittel-Stück, das ist, auf beyden Seiten der Verbin„dung, und auf beyden Seiten gezählet wird, und wird also ganz bis auf die Ecke bey„der Linealen hinausgesetzet, daß beyde Lineale, wenn man sie zusammen setzet, scheinen, „als wäre es nur eine Linie von Zahlen, und die Linie von Zahlen wird gleichsam zwey„mahl wiederholet, oder längst dem Lineal verdoppelt, das ist, daß man anfange mit 1 „auf einem Ende des Lineals, welches ich das unterste Ende heisse, und continuire bis „1 oder 10 im Mittel, und von dar weiter bis zu 10 oder 100 an dem obersten Ende. „Also wird auf der andern Seite des Lineals auf eben demselben Gliede gleicher Weise „eine Linie von Zahlen gesetzet, und diese Linie lässet sich am bequemsten gebrauchen „an der Linea Tangentium, als welche an der andern Seite neben der Linea Sinuum „ist, ohne, daß man das Instrument umkehren müsse. Aber man kann in der Linea „Numerorum die eine Seite aussen lassen, nur daß man alsdenn das Instrument „umzukehren in Acht nehme, wenn das Problema auf unterschiedlichen Linien operiret „werden muß, wie es in den nechst folgenden wird gewiesen werden. Die Scalae oder „Lineae Sinuum werden gleicher maßen zweymahl darauf gesetzet, das ist, einmal auf „dem andern Ende des Mittel-Stückes, und auch auf der inwendigen Seite des andern „äusserften Stückes, und müssen also auf beyden Seiten des Gelenkes gesetzet werden, „daß sie mögen als eine Linea Sinuum scheinen, wenn sie genau zusammen geleget werden, „und die Zahlen müssen bis auf die Theilung, da sich beyde Theile scheiden, hinaus„gesetzet werden, wie in der Linea Numerorum geschiehet.

§. 131.

„Die Linea Tangentium wird an der andern Seite der Linealen gegen dem Ge„lencke mit demselben, und gleichergestalt auch auf beyde Theile des Instruments gesetzet, „daß wenn die Stücken genau aneinander geleget werden, die Linie als eine Linea Tan„gentium scheinen möge, und auf beyden Theilen bis zu 45 am obersten Ende gegen 90 zu, „auf der Linea Sinuum, und von 45 wieder zurück bis zu 80 an dem untersten Ende gezeh„let werden, wie insgemein in den Lineis Tangentium zu geschehen pfleget.

§. 132.

„Wenn man auf dieses Instrument solche Scalas (oder wie es dem ersten Inven„tori sie zu nennen beliebet hat) Lineas, solchergestalt darauf gestochen oder gesetzet, wird „man alle Problemata, die auf meinen oder Mr. Wigantes Lineis gemachet werden kön„nen, auch darauf machen können, nur daß man die Linien ohne den Gebrauch des Zirkels, „welchen man bey ihnen allemal haben und gebrauchen muß, aneinander appliciren müsse, „doch kann man den Zirkel bey diesen Scalis, wo man wolle, auch gebrauchen, und also „das

das Werk auf beyde Weise probiren, und wenn solche Probe gemacht, so gebrauchet„ man den Weg, so einem am besten gefället, und solcher wird doch wohl, wie ich davor„ halte, meine doppelte Scala seyn.„

§. 133.

„Den Weg, wie man die Scalas Numerorum, Sinuum und Tangentium machen„ müsse, zu zeigen, ist unnöthig, weil solches schon von andern genugsam gezeiget ist, und„ würde es nur von mir davon zu schreiben, und vor den Leser solches zu lesen, eine ver=„ gebliche Arbeit seyn, weil diejenigen, so mathematische Instrumenta machen, auch dieses„ bereits zu machen verstehen, wäre auch nur unnütze, daß jemand von sich selbst derglei=„ chen machen sollte, weil er sie wohlfeiler kaufen als machen kann; dahero will nun zum„ Gebrauch dieses Instruments fortfahren, wovon zu merken ist: Daß zum Unterscheid der„ Seiten der Scalarum oder Linien auf den Linealen ich die Worte, die Erste und Andere,„ gebrauche, welche sich so gut hierzu schicken, als sonst einige andere, denn immerdar„ nenne ich diejenige Seite, darauf der erste Terminus in der Regula Proportionum gefun=„ den wird, die Erste Seite, und die Seite darauf der andere Terminus Proportionum„ genommen wird, nenne ich die Andere Seite, und der dritte Terminus wird allewege„ genommen auf eben der Seite, darauf der erste Terminus genommen ist, der vierte„ Terminus aber, welcher gesuchet wird, der wird allemahl gefunden auf eben derselben„ anderen Seite, darauf der andere Terminus genommen ist; Als wenn der erste Ter-„ minus ist auf dem äußersten Lineal, so ist der andere Terminus auf dem mittelsten Lineal;„ und wenn der erste Terminus genommen wird auf dem mittelsten Lineal; so ist der„ andere Terminus auf eben der Scala auf einem von den äußersten Linealen: Und wenn„ das Problema auf unterschiedlichen Scalis gemachet werden muß, so haben beyde äußerste„ Lineale den Namen des Ersten und des Anderen.„

§. 134.

Es mögen auch noch andere Scalae auf dergleichen Instrument gesetzet, und sowohl neben diesen ordentlichen erwehnten, als auch auf den Seiten, wo die Lineale ihre Dicke oder Stärke haben, angebracht werden. Z. E. eine Scala Partium aequalium, oder Zoll=Stab, eine Meridian-Linie, eine Visier-Linie, und andere dergleichen, wie es eines jeden Beruf und Absichten erfordern können.

§. 135.

Wie nun dieses Instrument vornehmlich zu einem sehr hurtigen und bequemen Gebrauch in Arithmeticis dienlich, die Arithmetic aber bey allen übrigen mathematischen Wissenschaften unentbehrlich, so hat man nicht zu bewundern, wenn jedem, der in Aus=übung dieser und jener von gedachten Wissenschaften wirklich begriffen, dergleichen bestens recommandire. Dieses zu bekräftigen will aus oben angeführtem Manuscripto nur die wenigsten Exempel annoch anführen, daraus so wohl der Nutzen, als Gebrauch und die Application dieser doppelten Scalae gnugsam abzunehmen.

§. 136.

„In der Multiplication ist die Analogie diese: Wie sich verhält 1 gegen der„ einen von den aufgegebenen Zahlen, die da sollen multipliciret werden, also verhält sich„ die andere gegen das Productum. Daher kann man sagen: Wie 1 ist gegen den Mul-„ tiplicatorem, so ist der Multiplicandus gegen das Product; Oder, wie 1 gegen den„ Multiplicandum, so ist der Multiplicator gegen das Product. Wenn zwey Zahlen„ sollen multipliciret werden, so wird die größte insgemein vor den Multiplicandum„ genommen und die kleineste vor den Multiplicatorem. Zwey Zahlen nun durch die„

„doppelten Scalas zu multipliciren muß man also operiren: Setze 1 auf der ersten Seite „zum Multiplicatore auf der andern Seite, und denn ist dem Multiplicando auf der „ersten Seite gegen über das Productum auf der andern Seite. Oder auch setze 1. auf „der ersten Seite zum Multiplicando auf der andern Seite, so wird recht gegen den „Multiplicatorem auf der ersten Seite über das Product auf der andern Seite zu fin- „den seyn. Z. E. Es soll 8 und 4 mit einander multipliciret werden, so führe 1 unter „eine von den gegebenen als 4, auf eben der Seite darauf du 1 genommen, suche die an- „dere Zahl 8, dieser gegen über stehet das Product 32.

„Oder es soll 45 und 25 mit einander multipliciret werden, dieses Product auf den „doppelten Lineis zu finden, setze 1. auf der Ersten Seite zu 25 auf der Andern Seite, so ist „gerade 45 gegen über auf der Ersten, 1125 auf der Andern Seite.

§. 137.

Es ist hierbey dasjenige zu erinnern, was oben bereits bey der Beschreibung des Scheffelts Rechen-Stabe gedacht worden, daß man die Abtheilungen auf dieser Linea Arithmetica-Numerorum bald vor einfache, bald vor zehnfache, bald vor hundertfache ꝛc. nach Gefallen annehmen könne. Wenn ich demnach hier die 1 unter die fünfte Abtheilung nach der 2 rücke, so bedeutet diese Zahl nicht $2\frac{1}{2}$, sondern ich nehme die 2 vor 20 an, folglich ist sie 25; also auch nehme ich auf der ersten Seite die $4\frac{1}{2}$ vor 45 an, und diesemnach ist auf der andern Seite ein jedes ganzes Fach bis auf 10 hundert, und folglich schneidet die Zahl 45 auf dieser abe 11 und $_4$ hundert, das ist 1125, denn $1000 + \frac{\frac{1}{10}}{1000} + \frac{1}{2}$ von $\frac{\frac{1}{10}}{1000} = 1125$.

§. 138.

„In der Division ist die Analogie folgende: Wie der Divisor gegen 1. so der „Dividendus gegen den Quotienten, darum muß die Operation durch die gedoppelte „Linie so angestellet werden: Nehmet den Divisorem auf der Ersten, und setzet ihn zu 1. „auf andern Seite, alsdenn ist gerade dem Dividendo auf der Ersten Seite gegen „über der Quotient auf der Andern zu finden. Z. E. 273 ist zu dividiren mit 13. „Nun nehmet den Divisorem 13 auf einer Seite wo ihr wollt, welche man sodenn die Er- „ste Seite nennet, und setzet ihn gegen 1 auf der Andern Seite; so ist gleich dem Divi- „dendo 273 auf der ersten Seite, 21 auf der andern Seite zu sehen, demnach ist 21 der „gesuchte Quotient.

§. 139.

„Wenn zwey Zahlen aufgegeben werden, hernach die dritte, vierte, fünfte ꝛc. in „einer Continua Proportione Geometrica mit diesen beyden zu finden. Z. E. Die „aufgegebenen Zahlen sind 2 und 4, sollen nun verschiedene Zahlen in Continua Pro- „portione Geometrica mit diesen beyden gefunden werden, so setze 2 auf der Ersten, „und 4 auf der andern zusammen, so ist 4 auf der Ersten, und 8 auf der Anderen gleich „über, und demnach diese in der Continua Proportione Geometr. also mit 8 auf der „Ersten ist 16 auf der Andern gleich, mit 16 auf der Ersten ist 32 auf der Andern gleich, „und dann immer so fort findet man die Proportionem Contin. Geometr. 2, 4, 8, „16, 32, 64, &c. ohne einige fernere Verrückung der Lineale, es sey denn daß man in „die höheren Zahlen steigen wolle.

„Sechzig Gräber heben einen gewissen Graben in 45 Stunden, wie viel Zeit „werden zu eben dergleichen Graben 40 Gräber gebrauchen? Setzet 40 auf der Ersten „gegen 60 auf der andern Seite, weil beyde Zahlen einerley Benennung haben, so ist gegen

gegen 54 auf der Ersten, als der Zahl der andern oder wiedrigen Benennung, 67, auf„
der Andern gleich, so eben der Quotient.

Ein Land-Gut träget des Jahres 1600 Interesse oder Renten, und soll auf„
vierzehnjährige Renten verkauft werden, das ist, daß sich solches Gut dem Käufer durch„
seine Einkünfte in 14 Jahren wieder bezahle, wird gefraget: Wie viel der Käufer an„
Kauf-Geldern zahlen müsse? Setzet 1 auf der Ersten zu 14 auf der Andern Seite, so ist„
16 auf der Ersten der Zahl 224 auf der Andern Seite gegen über, und da die 16 als„
100 bedeuten, und 00 bey sich haben, also dürfen der Zahl 224 auch nur 00 angehan-„
gen werden, so ist die begehrte Kauf-Summa 22400.

§. 140.

„Wenn die Axis oder der Diameter einer Kugel bekannt, ihren ganzen Inhalt„
zu finden? Der Diameter sey 9 Zoll, demnach sage ich, wie der Diameter 9 gegen„
den Cubum an sich selbst, so ist 11 gegen das ganze Contentum. Der Cubus von„
dem bekannten Diametro 9 ist 729, (welcher Cubus, wenn ihr ihn nicht wisset, mit-„
telst der Scala also gefunden wird; Setzet 1 auf der Ersten und 9 auf der andern Seite„
zusammen, so ist wieder gegen 9 auf der Ersten 81, den Quadrat von 9 auf der Andern„
Seite, und letzlich gegen diese 81 auf der Ersten, ist 729 auf der Anderen, so der Cu-„
bus von 9.) Setzet 9 auf der Ersten zu 729 auf der Anderen, so sind dann 891 Cu-„
bic-Zolle in der Kugel enthalten. Oder, setzet 9 auf der Ersten zu 9 auf der Anderen„
so ist gegen 11 auf der Ersten, 99 auf der Anderen: hiernechst ist gegen 99 auf der Er-„
sten, 891 auf der Anderen Seite wie vorher.

§. 141.

„Wenn man weiß, wie weit ein Stück in seiner höchsten Elevation schieße, um„
zu finden, wie weit es schießen werde in einem andern Grade. Wenn ein Stück in sei-„
ner höchsten Elevation von 45 Graden, schießet 1440 Schritt, wie weit wird es schießen„
auf 30 Grad El. Setzet 45 auf der ersten zu 30 auf der andern Seite, so ist gegen 1440,„
so weit schießet es in der höchsten Elevation auf der ersten, 960 auf der andern Seite„
befindlich, so weit schießet es in der gegebenen Elevation von 30°. Wenn ihr nun von„
1440 die 960 abziehet, bleibet 480, um wie viel Schritte der Schuß kürzer ist, als der aus„
der höchsten Elevation.

§. 142.

„Wenn der Sonnen Declination und ihre Amplitudo bekannt, wie die Po-„
lus-Höhe zu finden. Die Declinatio sey 14°, 51′ die Amplitudo 19°, 7′. Setze„
19°, 7′; die Amplitud: auf der ersten zu 14°, 51′ der Declin. auf der andern Seite,„
alsdenn ist gegen den Radium auf der ersten, 51°, 30′ auf der andern Seite, wel-„
ches ist der Sinus Latitudinis, ist also 51°, 30′ die gesuchte Elevatio Poli, oder„
Latitudo.

§. 143.

„Wenn zwey Oerter sind, die verschiedene Latitudines, doch unter einem Po-„
lo haben, und in Longitudine differiren, wie ihre Distance, zu finden. Z. E. Lon-„
den und Jerusalem sind zwey Oerter, zwischen denen die Distance soll gefunden wer-„
den, die Latitudo von Londen ist 51°, 30′, die von Jerusalem 32°, und ihre Dif-„
ference in Longitudine ist 47°: nun soll man die Distance finden. Setzet 1) den„
Radium auf der ersten zu 48°, den Consinum der Differentiæ Longitudinis auf der„
andern Seite, alsdenn ist auf der Scala Tangentium gegen den Cotangentem der„
grössern Latitudo 38°, 30′ über 28°, 28′ auf der andern Seite, als die vierte Zahl.„

„Die

„Diese vierte Zahl 28°, 28′ genommen aus dem Complemento der kleinern Latitu-
„dinis, das ist hier aus 58°, bleibt übrig 29°, 32′. Alsdenn setzet 2) 28°, 28′ die vier-
„te gefundene Zahl zum Rest der 29°, 32′ auf der andern; alsdenn ist gegen den Co-
„sinum der grössern Latitudinis, nemlich 38°, 30′ der Sinus 39°, 14′ als die Distance,
„die man in den Graden eines grossen Zirkuls gesuchet hat, welche in Meilen verwan-
„delt, machen 2354 Meilen die Distance zwischen Londen und Jerusalem.

§. 144.

Auch hat dieses Instrument seinen Nutzen in der Trigonometria, so wohl Plana, als auch Sphærica, daraus in dem MSC. viele Exempel vorhanden, weil aber ohne Figuren keines anzuführen und zu verstehen, der Raum aber unter der Hand merklich abnimmt, als habe von dergleichen allhier keines gedenken mögen, sondern nur noch ein paar von der Navigation oder Schiffahrt, und von den Sonnen-Uhren anführen wollen, um die Application dieser nutzbaren Scalarum auch daraus abzunehmen.

§. 145.

„Zuförderst kann man durch die Meridian-Linie und Lineam æqualium par-
„tium, wenn sie auf diesem Instrumente zusammengesetzet werden, alles thun, was
„durch die Tabulam Graduum Meridianorum derer, so von der See-Fahrt han-
„deln, geschehen möge. Z. E. Wenn zwey Oerter gegeben werden, der eine unter
„der Linie, der andere ausserhalb der Linie ihre Meridional-Difference zu finden:
„Suchet den Ort ausser der Linie auf der Meridian-Linie, so ist gleich gegen über auf
„der Linea æqualium partium die Meridional-Difference der beyden Oerter. Einer
„der gegebenen Oerter sey der Mund des Flusses Amazones unter der Linie, der
„andere aber, Litzard, auf der Latitudine von 50°, zwischen diesen soll die Meridional-
„Difference gefunden werden. Suchet demnach 50°, als die Latitudinem des Lizards
„auf der Meridian-Linie, so ist gleich gegenüber auf der Linea æqualium parti-
„um 57°, 90 Centesimal-Minuten, das ist $57\frac{90}{100}$ oder 57°, 54′, so groß ist die Meri-
„dional-Difference beyder Oerter.

§. 146.

„Wenn eine Sonnen-Uhr gemachet, und man nicht weiß, auf was Polus-Höhe
„sie gerichtet, um solches zu finden: Zu allererst suchet man die Distance zwischen 12
„und 1 Uhr, wenn solche gefunden, so setzet den Tangenten von 15° auf der Ersten, zu
„den Tangenten der Distance auf der andern Seite; alsdenn ist gegen den Radium
„auf der Ersten der gesuchte Sinus Elevationis auf der Andern Seite. Z. E. Es ist
„eine alte Sonnen-Uhr, die scheinet wohl gut zu seyn, nur möchte man wissen, auf welche
„Latitudinem sie gemachet, ingleichen, ob sie denn auch wirklich gut sey, oder nicht:
„Suchet erstlich die Distance zwischen 12 und 1, und findet sie 11°, 51′. Derowegen
„setzet den Tangentem der Distance auf der andern Seite, alsdenn ist gegen den Ra-
„dium auf der Ersten, der Sinus 51°, 30′ auf der andern. Daher schliesset, daß die
„Sonnen-Uhr auf die Polus-Höhe von 51°, 30 gemacht sey; also lassen sich alle Son-
„nen-Uhren probiren, ob sie recht seyn, oder nicht.

Und so viel sey an diesem Orte übrig genug gesaget von dem nützlichen Rechen-Stab, auf welchem ohne Zirkel, und andere Beyhülf, bloß durch das Schieben eines in der Mitten beweglichen Lineales, alle Problemata, die vermittelst der Zahlen aufgelöset werden müssen, behende abgehandelt werden können. Wir wollen noch eine andere Art, so uns übrig, und mit der vorhergehenden in einerley Grund beruhet, vor uns nehmen. Diesemnach folget:

Das XIV. Capitel.

Die Beschreibung des Instrumenti Mathematici Universalis Herrn D. Joh. Matthæi Bilers.

§. 147.

Es können vermittelst diesen Instruments alle Proportiones in der Mathesi ohne Zirkel, Lineal und ohne Rechnung, bloß mit einem seidenen Faden oder Haar, sowohl in der Arithmetica, Geometria, als auch Trigonometria &c. mit ungemeiner Geschwindigkeit und sonderbahrem Vergnügen der Liebhaber solcher Wissenschaften gesuchet und gefunden werden. Der Herr D. Biler hat 1696 unter Hr. Cröckers Verlag in Jena, solches Instrument, wie es hier Tab. XIII. zu sehen, nebst 5 Bogen Text, heraus gegeben, und weil es, wie kurz vorhero gedacht, mit dem vorhergehenden Instrumente grosse Verwandschaft hat, so habe solches allhier gleichfalls mit einrücken und folgenden kurzen Auszug aus nur erwehnter Beschreibung beyfügen wollen.

§. 148.

Es bestehet aber dieses Instrument aus verschiedener Ab- und Eintheilung gewisser halber concentrischer Zirkel-Flächen. Die Erste ist in ihre gewöhnliche 180° getheilet, und jeder Grad in drey Theile, damit $\frac{1}{3}$ 20 Minuten hat. Die Fläche selbst, so Circulus Graduum heisset, bestehet aus 3 parallel- oder concentrischen Zirkeln. Ihr Nutzen ist gleich der Scheibe, des Winkelmessers, u. dergl. Instrumente in der Praxi die Winkel damit abzunehmen.

§. 149.

Die folgende Fläche bestehet ebenfalls aus drey nacheinander beschriebenen Zirkeln, daran die Sinus abgetheilet seyn, und zwar von 15 Minuten bis auf 90°. Ein Grad aber ist von 1 bis 10 in 12 Theile wieder eingetheilet, daß $\frac{1}{12}$ 5 Minuten hat; von 10 bis 20° ist die Eintheilung eines Grades in 10. T., daß $\frac{1}{10}$ 6 Minuten hat; von 20 bis 35 in 4. T., daß $\frac{1}{4}$ 15 Minuten hält; von 35 bis 40 in 3. T., daß $\frac{1}{3}$ 20 Minuten ist; von 40 bis 60 in 2 Theile, daß $\frac{1}{2}$ 30 Minuten hält.

§. 150.

Die folgende dritte Fläche, so Circulus Tangentium genennet wird, bestehet auch in drey Zirkeln, welche von 1 bis 10 gleiche Eintheilung der Grade mit dem Circulo Sinuum haben; von 10 bis 45 als das Ende des Zirkels hat jeder Grad 6 Theile, davon $\frac{1}{6}$ 10 Minuten bedeutet. Hierbey ist zu behalten, daß jeder zehender Numerus mit zwey Zahlen, als einer oben, der andere unten bezeichnet, davon allemahl die eine das Complementum zur andern auf 90° gerechnet.

§. 151.

Die folgende vierte Fläche wird Circulus Numerorum genennet; vermittelst dieser werden alle Linien und deren Proportion nach Verlangen gefunden, und gleichsam abgezählet. Die Eintheilung derselben ist folgende: Zuförderst hat sie zehen Haupt-Theile mit 1, 2, 2c. bis 10 bemerket; von 1 bis 2 wird jeglicher Theil wiederum in 10 actualiter getheilet, welche Numeri centesimales genennet werden; ferner werden diese Numeri centesimales wieder von 1 bis 2 in zehen Theile actualiter getheilet, daß also millesima pars heraus kommt. Von 2 bis 4, oder 20 bis 40 wird jeder Theil in 5 Theil actualiter

liter getheilet, deren jeder Theil 2 begreifet, von 4 bis 8 in die Helfte, dorinnen virtualiter 5 Theile begriffen sind, weiter aber bleiben die Centesimales ohne fernere Subdivision bis 100. Vermittelst dieses Zirkels können alle Proportiones der Linien, die in Zahlen exprimiret sind, gefunden werden, dergleichen auch die Gradus Sinuum und Tangentium.

§. 152.

Diese vier vorher beschriebene Zirkel sind auf einer unbeweglichen Fläche. Der fünfte inwendige und letzte Zirkel aber läßt sich an dem gemeinschaftlichen Centro herum drehen, so, daß er an alle andere Zahlen und Grade durch die Bewegung vorgeschoben werden kann. Seines Gebrauchs halber heißt ihn der Inventor *Indicem.* Dessen Eintheilung kömmt mit dem vorhergehenden vierten gänzlich überein, und beruhet der Gebrauch des ganzen Instruments allein an diesem Zirkel, weil er mittelst seiner Bewegung die Zahl der verlangten Proportion so gleich vor Augen stellen kann; zu welchem Ende aus dem Centro ein Faden hanget, an dessen Stelle man im Felde auch eine Regel mit Dioptern gebrauchen kann.

§. 153.

Die Absicht dieses Instruments ist hauptsächlich auf die Proportiones gerichtet, es mögen nun diese in Zahlen selbst, oder in Linien gegeben und verlanget werden, wenn die letztern sich nur durch Zahlen exprimiren lassen. Also nutzet es vornehmlich in der Regul de Tri, und wo diese bey andern Wissenschaften angebracht werden kann. Doch wird zuförderst von demjenigen, der sich dessen bedienen will, erfordert, daß er schon eine gute Cognition von der Wissenschaft, dabey er dieses Instrument zu gebrauchen gesonnen, besitze, vornehmlich aber die Regeln der Proportion gnugsam und gründlich verstehe, ausserdem er sonst entweder gar nicht, oder doch sehr schwer damit fortkommen kann.

§. 154.

Mir begnüget allhier ein einziges Exempel in aller Kürze anzuführen, es muß aber zum Voraus auf alle Fälle wohl behalten werden, daß es mit der Proportion sich also verhalte, und zwar in Multipliciren sagt man; Wie sich verhält 1 zum Multiplicatore; also wird sich verhalten der Multiplicandus zu dem Product, als der verlangten Zahl. Multipliciret man demnach sonst die Zahl 5 mit 4, so darf hier nur der innere Zirkel mit der Zahl 1 bis an die Zahl 4 in dem Neben-Zirkel, der feste, gerücket werden, so findet sich auf eben demselben das verlangte Product 20, neben der Zahl 5, die in dem Indice stehet.

§. 155.

Im Dividiren aber gilt diese Regel: Wie sich verhält der Divisor zu 1; also verhält sich der Dividendus zum Quotienten. Z. E. 24 soll mit 8 dividiret werden, so suchet man den Divisorem 8 in dem Indice, drehet solchen bis an die Zahl 24, die in dem Neben-Zirkel stehet, alsdenn wird der Zahl 1 in dem Indice der Quotient 3 in dem Neben-Zirkel zusagen, und ihm zur Seite stehen.

§. 156.

In der Regul de Tri selbst, ist dieses wohl in Acht zu nehmen, daß, wenn die Proportio Minoris ad Majus, man zur Rechten auf dem Indice die gesuchte Zahl finden müsse; wenn aber die Proportio Majoris ad Minus, werde aus dem Indice die gesuchte Zahl Link-warts gefunden. Z. E.

8 : 24 = 4 : Facit 12.

Weil

Weil hier Proportio Minoris ad Majus, so rücke den Indicem mit 8 zu 24, und aus 4 auf dem Indice, findet man 12 auf dem Neben-Zirkel, als die verlangte Zahl.

§. 157.

Weil der Herr Biler in seiner kurzen Beschreibung dieses Instruments, den Grund und Fundament, worauf die Operationes dieses Instruments beruhen, mit Stillschweigen übergangen, so habe hierbey melden wollen, daß solches Instrument eben dieses ist, und aus dem Fundament gehet, als unser vorhergehender Rechen-Stab mit dem Schieber; denn an dessen statt ist hier der bewegliche Zirkel, so er den Indicem nennet, und was dort in gerader Linie geschiehet, wird hier in Zirkel verrichtet. Wer sich nun voriges Instrument wohl bekannt gemacht hat, wird auch hier leichte zurechte kommen. Und ist so wohl der Circulus Numerorum externorum, als internorum nichts, als die Linea Arithmetica, wie sie dorten beschrieben worden, auch die Linea Sinuum und Tangentium ist mit jenen gleichfalls einerley, also, daß es ein Ueberfluß seyn würde, wenn man mehr Worte hiervon machen wollte. Doch aber muß noch wegen der Theilung etwas sagen, weil es eine besondere Art erfodert, welche, meines Wissens, sonst nirgends angewiesen worden.

§. 158.

Leget eure drey Maaßstäbe oder Linien, als Lineam Arithmeticam, Sinuum & Tangentium, in gleicher Linie, und von gleicher Länge auf, und von eben dieser Länge machet einen Maaßstab von 180 Theilen, so viel nemlich der halbe Zirkel Grade hat, und damit ihr die Theile schärfer haben könnet, so theilet jeden Grad durch Transversalien in 4, 8, 10, oder mehr Theile, nach Belieben. Hierauf traget euren Grad-Bogen auf euer Instrument, wie es hier der äußere Zirkel weiset, und ordentlich gebräuchlich ist, und dieses muß nunmehro euer Maaßstab seyn, eure Proportional-Linien aufzutragen. Als: ihr wollet von der Linea Numerorum den Theil 2 auftragen, so versuchet ihr erstlich, welchen Theil die Distance 1 bis 2. auf dem geraden in 180 Theile getheilten Maaßstab berühret, und solche sey $27\frac{2}{5}$ Theile. Hierauf leget ein Lineal in das Centrum eures Instruments, und auf den Grad $27\frac{2}{5}$, so wird solches Lineal auf der Linea Arithmetica oder Numerorum, die ihr zuvorhero, wie sie hier ist, gezogen habt, zeigen, wo dieser Punct der Zahl 2 hinkommen soll. Also auch die Linea Sinuum wird auf dem geraden 180-theiligen Maaßstabe 65 Theile geben, leget dahero ein Lineal auf das Centrum, und auf den 65 Grad des Instruments, so bekommet ihr die Zahl oder den Punct 3 auf der Linea Sinuum, und also auch mit allen andern Theilen. Wollet ihr aber statt des halben Zirkels einen ganzen machen, und die im ganzen Zirkel herum lassen laufen, welches viel bequemer fallen würde, so machet ihr, statt des gleichen Maaßstabes von 180 Theilen, einen von 360 Theil, der eben so lang ist; und wenn ihr auf das Instrument auch solchen Zirkel mit 360 Graden aufgetragen, so verfahret ihr eben auf vorige Weise.

§. 159.

Ehe ich noch die Arten, auf Linien zu rechnen, völlig beschliesse, verdienet sonderlich ein zu dem Markscheiden nützlich Instrument um so vielmehr mit angeführet zu werden, weil nunmehro vor anderen der dermahlige Professor Mathematum zu Wittenberg, Herr Joh. Frid. Weidler im verwichenen Jahre den Anfang gemachet, diese so nützliche Wissenschaft, nach der Lehr-Art der Mathematicorum, in seinen *Institutionibus Geometriae Subterraneae* abzuhandeln, und es also kein Zweifel, es werde mehr, als bis anhero geschehen, dieser nur erwehnten Wissenschaft Aufnahme gesuchet und befördert werden, und dahero folgendes Capitel unter den Lesern auch seine Liebhaber finden.

Das

Das XV. Capitel.

Ein Lineal auf welches die Tabulæ Sinuum ganz compendieus gebracht, darauf ohne Rechnung die Sohle und Seiger-Teuffe bey dem Markscheiden so accurat als aus den Tabellen zu finden.

§. 160.

Es hat uns dieses Instrument der in Bergwerks-Sachen und Markscheiden sehr erfahrne und berühmte Herr Nicolaus Voigtel seel. in seiner bekannten Geometria Subterranea, und zwar in der neuen Edition pag. 220. & seqq. angegeben und beschrieben, auch dessen Figur daselbst No. 6. Fig. 13. vorgestellet, welche hier Tabula XIV. Fig. I. zu finden. Zuvorhero hatte in diesem Buche derselbe ausgerechnete Tabellen gesetzet, und durch deren Hülfe die Sohle und Seiger-Teuffe ohne besondere Mühe leichte und accurat zu finden angewiesen; hier aber giebet er nun auch ein Instrument an die Hand, wodurch eben dieses so bequem, als durch die Tabellen selbst, ausfindig gemachet werden kann. Es bestehet dieses in einem Lineal, welches sich auf einen Maaßstab *A* gründet, der nach denen Tabellen in die Länge ein ganzes Lachter, oder zehen Zehntheil, oder hundert Zoll, oder tausend Drittens in sich begreift; denn die Tabellen sind gerechnet nach diesen vielerley Figuren oder Abtheilungen, deren Radius aber von 10°0′0″0‴ ist.

§. 161.

Eine Lachter ist sonst ein ordentlich Maaß bey den Bergwerken, ein klein wenig mehr als 3½ Elle, welches die gemeinen Markscheider in acht gleiche Theile theilen, und jedes Achtel wieder in zehen Theile, also, daß die ganze Lachter 80 Zoll bekommt. Weil aber dieses eine mühsame Rechnung giebt, hat der Herr Voigtel solch Lachter-Maaß decimalisiret, und demnach in zehen Theile getheilet, also: Die Lachter in 10 Theile oder Erste, jede von diesen Ersten wieder in 10 oder Zweyte, sind 100, und wo es nöthig, jeden von diesen wieder in 10 oder Drittens, so daß die Lachter 1000 Theile bekommt, auf welche Weise der Maaßstab *A* getheilet.

„Wenn nun ein Mechanicus, saget ferner Herr Voigtel, einen dergleichen verjüngten Maaßstab ganz accurat (wie allerdings erfordert wird) gefertiget hat, so pfleget „er nicht nur die ganze Figur auf dessen Länge just Winkelrecht zu formiren, sondern „auch die äusserlichen Seiten auf allen vier Ecken Winkelrecht zu machen, eines theils darum, daß es an sich selbst also seyn muß, und hiernechst überall als ein Winkelmaaß zu „gebrauchen, andern theils aber, daß man auch daran auf der rechten Seite ein solch Winkel-„Maaß, wie Tabula XIV. Figura II. zu befinden, anschlagen könne, welches gegen die „linke Hand auf dem ganzen Lineal und dessen verjüngten Maaßstäben die proportionirten Sinus, wie unten gelehret wird, bezeichnet. Alsdenn ziehet man auf gedachten verjüngten Maaßstab acht gedoppelte Linien, wie Figura I. angedeutet, parallel; machet „auf eine jede auch einen verjüngten Maaßstab, und also zusammen deren achte, daß der „erste in 20, der andere in 30, der dritte in 40, der vierte in 50, der fünfte in 60, der sechste „in 70, der siebende in 80 und der achte in 90 Theile oder Zolle getheilet sey. Ferner „formiret man gegen die linke Hand noch zehen Columnen durch zehen gedoppelte Linien,

„so

so gleichermaßen mit dem verjüngten Maaßstabe parallel seyn müssen, diese theilet man „ erstlich zu desto bequemerer Austragung der Grade in 10 gleiche Theile durch die punctirten „ Linien, wie abermahl Fig. I. zeiget. Die erste Columna begreifet nach denen Tabel- „ len, erstens, zweytens und drittens des Lachters, die übrigen haben ganze, erstens, zwey- „ tens und drittens desselbigen. So ist auch zu wissen, daß die erste Columna 100 Zoll „ oder 1000 Drittens; die andere 200 Zoll oder 2000 Drittens; die dritte 300 Zoll „ oder 3000 Drittens; die vierte 400 Zoll oder 4000 Drittens; die fünfte 500 Zoll „ oder 5000 Drittens; die sechste 600 Zoll oder 6000 Drittens; die siebende 700 Zoll „ oder 7000 Drittens; die achte 800 Zoll oder 8000 Drittens; die neunte 900 Zoll „ oder 9000 Drittens, und die Zehende 1000 Zoll oder 10000 Drittens bedeutet. Es „ endet sich hiernächst die erste Columna zwischen der 40 und 50 Minute des sechsten „ Grades; die andere hat ihre Gränze zwischen 11 Grad 30 Minuten und 11 Grad 35 Mi- „ nuten; die dritte zwischen 17 Grad 25 Minuten und 17 Grad 30 Minuten; die vierte „ zwischen 23 Grad 30 Minuten und 23 Grad 35 Minuten; die fünfte endet sich scharf „ in 30 Grad; die sechste endet sich zwischen 36 Grad 50 Minuten und 36 Grad „ 55 Minuten; die siebende endet sich zwischen 44 Grad 25 Minuten und 44 Grad „ 30 Minuten; die achte endet sich zwischen 53 Grad 5 Minuten und 53 Grad 10 Minu- „ ten; die neunte endet sich zwischen 64 Grad 5 Minuten und 64 Grad 10 Minuten; und „ die zehende beschliesset den 90 Grad.

§. 162.

Wenn dieses alles wohl erwogen, so geschiehet alsdenn die Auftragung der Grade wie „ folget: Man nimmt aus denen Tabulis den ersten Grad, welcher ist 1′7″5‴. oder 17 „ Zoll und 5. Drittens, und setzet solchen mit einem guten Zirkel auf den verjüngten Maaß- „ stab bey *a* genommen, auf die erste Columnam, selbigen gegen die linke Hand mit 1 „ bezeichnende ist *b*. Denn nimmt man aus den Tabulis den 2 Grad, der ist 3′4″9‴. „ oder 34. Zoll und 9. Drittens, und setzet solchen abermahl mit dem Zirkel auf dem ver- „ jüngten Maaßstab genommen, wieder auf die erste Columnam, selbigen gegen die linke „ Hand mit 2 bezeichnende. Der dritte Grad ist in den Tabulis 5′2″3‴. solcher kom- „ met auch auf die erste Columna, und wird mit 3 bezeichnet; Der vierte Grad ist „ 6′9″8‴, und kommet abermahl auf die erste Columna, und wird mit 4 bezeichnet; Der „ fünfte Grad ist 8′7″2‴, so ingleichen auf die erste Columna gehöret und mit 5 bezeich- „ net wird. Und da nun zwischen den 5 und 6 Grad sich die erste Columna endiget, so „ muß man den 6 Grad, welcher in den Tabulis 1° 0′ 4″ 5‴ ist, dergestalt auftragen, daß „ die erste Figur oder Zahl als 1, weiln solche mit der ersten Columna nunmehr cessiret, „ weggelassen, und nur 4 Zoll und 5 Drittens auf gedachte zweyte Columna aufgetragen „ werden. Gleichermaßen verfähret man bis auf den 11 Grad. Auf der dritten Co- „ lumna fähet sich an der 12 Grad, so in den Tabulis ist 2° 0′ 7″ 9‴, davon abermahl die „ erste Figur als 2, so mit den zwey zurückgelegten Columnen cessiret, weggelassen, und „ nur drey Figuren, als 0 Erstens, 7 Zoll und 9 Drittens auf die dritte Columnam auf- „ getragen werden, auf solche Art continuiret man bis auf den 17 Grad. Die vierte „ Columna fähet sich an mit dem 18 Grad, und continuiret bis auf den 23 Grad, und „ geschiehet die völlige Auftragung der Grade auf alle Columnen, dahin nemlich ein jeder „ gehöret, wie erzehlet, nur daß allezeit die erste Figur, welche mit denen zurücklegenden „ Columnen cessiret, weggelassen, und nur alleine drey Figuren, mit dem Zirkel auf dem „ Maaßstab genommen, aufgetragen werden müssen. Da es nun mit Auftragung der „ ganzen Grade zum Ende kommen, aber noch übrig ist auch die Minuten zwischen die Gra- „

„de aufzutragen; so könnte geschehen, daß von 5 bis zu 5 Minuten verfahren würde, „wenn man jedes Spatium zwischen denen ganzen Graden auf denen zehen Columnen „in zwölf Theile theilete; Alleine, weiln an der Waage oder den Grad-Bogen meistens „theils nur auf Viertel-Grade observiret zu werden pfleget: Als hat man es allhier nur „bey Viertel-Graden wollen bewenden lassen. Doch kann, wenn man mit Wagen oder „Grad-Bögen, auf 5 Minuten austheilet, observiret hat, auch das Lineal bald dahin „extendiret werden. Wie denn einem jeden frey stehet, ein solch Lineal nach seinem Ge„fallen zu adjustiren, zumahlen zwischen denen Theilungen, so ferne das Lineal in beschrie„bener Grösse gefertiget wird, überall noch Spatium gnug vorhanden, da es aber nur bey „Viertel-Graden verbleibet, so kann auch eines und anders kürzer gefasset, ein kleinerer „verjüngter Maaßstab bereitet, und also das Lineal je kleiner je bequemer bey sich zu füh„ren gemachet werden.

§. 163.

„Wie Sohle und Seigerteufe auf solchem Lineal zu suchen und zu finden.

„Hiermit hat man nöthig, den besagten Winkelhaken, welcher, wenn er auf der „linken Seite angeschlagen und gegen die rechte Hand dirigiret wird, alsbald anzeiget, „was die Sohle oder Seigerteufe von 100 bis 20 Zollen sey. Hiernächst ist zuförderst „vor eine Regel oder Richtschnur bey Suchung der Sohle und Seigerteufe sich zu im„primiren, daß eine jede Columna eine Länge der Maaßstäbe importiret, also, daß „wenn die aufgetragene Winkel nach ihren Graden und Minuten auf der ersten Co„lumna zu finden, so dürfen solche Maaßstäbe nur einfach genommen oder gezählet wer„den, so aber die Grade und Minuten auf der andern, dritten, vierten Columna, u. s. w. „zu befinden, müssen die Maaßstäbe auch mit dem Numero der Columnen multipli„ciret werden, welches denn folgende auf verschiedene Casus gerichtete Exempel mit meh„rerm erläutern. Zu Erleichterung der Multiplication aber dienet folgendes Pytha„gorae Rechen-Täfelgen, so stets bey sich zu führen nützlich ist, und bedeuten die Numern „oder Ziffern zu gegenwärtigem Gebrauche, allzeit Zweytens oder Decimal-Zolle des „Lachters.

1	″ 90	″ 80	″ 70	″ 60	″ 50	″ 40	″ 30	″ 20
2	180	160	140	120	100	80	60	40
3	270	240	210	180	150	120	90	60
4	360	320	280	240	200	160	120	80
5	450	400	350	300	250	200	150	100
6	540	480	420	360	300	240	180	120
7	630	560	490	420	350	280	210	140
8	720	640	560	480	400	320	240	160
9	810	720	630	540	450	360	270	180

§. 164.

Erstes Exempel:

„Die Seigerteufe zu suchen, da die Schnur 6 Lachter lang, und der Winkel 2 Grad„ 15 Minuten an der Waage zu befinden gewesen, thut ihm also: Schiebet die Quer-Regul„ an bis auf den 2 Grad 15 Minuten, welche auf der ersten Columna befindlich, so findet„ sich auf dem sechsten verjüngten Maaßstabe, so in 60 Theile getheilet, von unten hinauf„ gezehlet, beynahe 2′3″6‴. daß demnach solches Winkels Seigerteufe ist 2 Erstens oder„ 2 Zehentheil, it. 3 Zoll oder Zweytens und 6 Drittens, worbey es angeführter Richt-„ Schnur nach, sein Verbleiben hat, weiln dieser Winkel auf der erstern Columna„ zu befinden.„

§. 165.

Hierneben hat man sich zu bescheiden, daß weiln auf jetztbesagtem Maaßstabe„ die ganze accurate Theilung nur in Zollen, und nicht zugleich durch Transversalien„ in Drittens bestehet, die letztern nur dem Augenmaaße nach abgenommen werden müssen,„ welches auch beynahe gar wohl geschehen und passiren kann. Denn da ja eine kleine Dif-„ ferenz darbey vorgehen und mit unterlaufen sollte, so wäre doch solches in keine Consi-„ deration zu ziehen nöthig in Betrachtung, die Observation an der Waage oder Grad-„ Bogen nicht genauer als von 15 bis 15 Minuten geschieht, und es nicht allezeit eintrifft,„ daß jedesmahl just 15 Minuten oder ein Viertel-Grad abgeschnitten wird, sondern öfters„ eine Differenz von einigen Drittens, wo nicht von einem halben und ganzen Zoll vorhan-„ den, dahero um so viel weniger bey dieser Observation 1 oder 2 bis 3 Drittens zu achten.„ Wiewohl auch dergleichen kleinen Differenz durch Transversalien zu remediren wä-„ re, wenn man sich auf solche Distantien gedachter Maaßstäbe noch andere Maaßstäbe mit„ Transversalien, die ein Markscheider ohne dieß nöthig hat, machen liesse, und die Längen„ darauf mit dem Zirkel abnehme. Man könnte auch dergleichen Lineal dermaßen fertigen„ lassen, daß alsbald darauf Maaßstäbe mit Transversalien zu befinden wären, doch würde„ alsdenn das Lineal grösser, und also mit sich zu führen, unbequemer werden.

§. 166.

Folget das andere Exempel.

Die Sohle von gemeldtem Winkel zu finden, geschicht also: Man subtrahiret des-„ sen Größe von 2 Grad 15 Minuten von 90 Graden, bleibet 87 Grad 45 Minuten, auf sol-„ che muß der Winkelhaken angeschlagen werden? alsdenn findet sich, daß auf dem Maaß-„ Stab von 60 Zollen, von unten hinauf gezehlet, abgeschnitten werden 59 Zoll und 5„ Drittens. Weilen nun die Grade auf der 10 Columna zu befinden, 9 Columnen„ aber cessiren, so müssen nach oben angeführter Richtschnur 60 Zoll mit 9 multiplicirет,„ und das Facit als 540″ Zweytens zu den abgeschnittenen 595 Drittens addiret wer-„ den, alsdenn zeiget das Facit die richtige Sohle des Winkels an, nemlich 5°9′9″5‴.„

§. 167.

Drittes Exempel.

Die Seigerteufe zu suchen, da die Schnur 5 Lachter und der Winkel 9 Grad 30 Mi-„ nuten ist: Diese sind auf der 2 Columna zu befinden, daran lege den Winkelhaken,„ so schneidet solcher auf dem Maaßstabe von 50 Zoll ab 32 Zoll und 5 Drittens. Weil„ nun solcher Winkel auf der 2 Columna zu befinden, so muß eine Länge des Maaßstabes„ als„

„als hier 50 Zoll zu denen abgeschnittenen 32 Zollen und 5 Drittens addiret werden, daß „also die Seigerteufe, so zu suchen, bestehet in 8′ 2″ 5‴.

§. 167.

Viertes Exempel.

„Auch die Sohle von jetztbesagtem Winkel zu finden: Erstlich subtrahire 9 Grad „30 Minuten von 90 Graden bleibet 80 Grad 30 Minuten, solche stehen auf der zehenden „Columna, dahin schiebe abermahl den Winkelhaken, so zeiget solche auf dem Maaß-„Stabe an 43 Zoll und 2 Drittens. Weil nun die Grade wieder auf der zehenden Co-„lumna zu befinden, und abermahl neun Columnen cessiren, so müssen nach dem Grund-„Satz oder der Richt-Schnur 50 Zoll mit 9 multipliciret, und das Facit am 450 Zoll zu „dem abgeschnittenen 43 Zoll und 2 Drittens addiret werden, alsdenn ist das Facit 5′ 9″ 9‴ 3⁗ „die richtige Sohle des gegenwärtigen Winkels.

§. 168.

Einen Maaßstab oder halbes Lachter-Maaß also zuzurichten, daß dadurch auch ohne Rechnung die Sohle und Seiger-Teufe leichte zu suchen und zu finden.

„Mit dergleichen Maaßstab so Figura III. Tabula XIV. zu sehen, hat es einerley „Bewandniß, wie mit vorher beschriebenem Lineal, ausser daß hier nur eine Columna ge-„brauchet wird, darauf die Grade und Minuten nach dem verjüngten Maaßstab aus denen „Tabulis genommen, aufgetragen werden. Diese Columna aber muß 10 Längen sol-„ches verjüngten Maaßstabes lang seyn. Auf jetztgedachten Kupfer-Blatte Figura III. „ist der zehende Theil der Länge des Maaßstabes aufgerissen auf welchem aber nur 5 Grad „zur linken Hand vermittelst der einfachen Columna angedeutet, weiln die übrigen Gra-„de auf die andern 9 Längen zu stehen kommen müssen, aber davon schon oben beym Lineal „Nachricht genug vorhanden ist. Hernach siehet man die proportionirten Sinus in ge-„dachter Figur zwar auf einem etwas breiten Plano stehen, auf dem Maaßstab aber, wel-„cher nur etwa eines guten Zolles ins Gevierte ist, pfleget man sie auf zwey Seiten zu tra-„gen und einzutheilen. Wenn ihr nun einen wohlgemachten, aus festem Holze bestehen-„den, und ganz accurat ins Gevierte gearbeiteten Maaßstab habet, so ziehet auf die eine „Seite desselben, der Länge nach, drey Parallel-Linien, setzet darauf den verjüngten Maaß-„Stab mit einem Zirkel, dermassen, daß davon nur ein Zehentheil auf einmal mit dem Zir-„kel gefasset werde, damit hernach sowohl die Grade, als die proportionirten Sinus de-„sto bequemer aufzutragen, und continuiret damit hundert mahl mit unverrücktem Zir-„kel. Hernach ziehet in diesen 100 Abtheilungen 100 Queer-Linien paralleliter, alsdenn „traget von einer zur andern die Grade, von unten hinauf mit dem Zirkel, auf dem verjüng-„ten Maaßstab genommen, wie vorhero bey der Fabrication des Lineals gelehret worden, „und continuiret damit bis auf den 90 Grad; solchergestalt sehen die Grade auf dem „vorhabenden Maaßstabe. Und da auch jede Länge der Grade in vier Theile getheilet wird, „so deutet man damit an die Minuten, oder hier nur Viertels-Grade; die Grade aber wer-„den nach ihren Numern durch Punzen mit Ziffern bemerket. Ferner bringet auf die an-„dere und dritte Seite des Maaßstabes (die vierte Seite muß zu Behuff und Auftragung „dem großen Markscheider-oder eines halben Lachter Maaßes, welches man beym Abziehen „nöthig hat, frey gelassen werden) die proportionirten Sinus, deren Diametri in 1000 „900. 800. 700. 600. 500. 400. 300. und 200 Zollen bestehen, solche sind an sich selbst

„neun

neun unterschiedliche aus so viel Zollen verjüngte Maaßstäbe, deren fünfe auf die andere „ Seite, und vier auf die dritte Seite des grossen hölzernen Maaßstabes füglich zu bringen, „ und jeder mit drey Parallel-Linien der Länge nach anzudeuten. Mit der Theilung pfle= „ get man es so zu halten, daß einer wie der andere zehen Längen des verjüngten Maaßsta= „ bes, nach welchen die Grade aufgetragen worden, habe, doch aber in jetztgedachter Pro= „ portion abgetheilet sey, welches alles aus besagter III. Fig. abzunehmen, auch hiernechst „ um so viel besser ist, wenn jede Seite des Maaßstabes mit dünnem meßingen Blech fein „ sauber beschlagen, und die Theilungen darauf gebracht werden, welches in des Liebha= „ bers Gefallen stehet.

§. 169.

Wie Sohle und Seigerteufe auf diesem Maaßstabe zu suchen und zu finden.

Hierzu hat man nöthig einen Schieber, welcher wie eine Hülse, um den ganzen Maaß= „ Stab herum gehe, und von oben niedergeschoben werden könne, überall aber accurat passe „ und rechtwinklicht sey. Die Hülse habe inwendig auf zwey gegen einander überstehenden „ Seiten eine Leiste, der Maaßstab aber an solchen Seiten von oben bis unten aus einen Falz, „ also, daß wenn er von oben nieder appliciret und unterwärts auf einen gewissen Grad „ oder Minute geschoben wird, dieser nicht weichen könne, sondern um den ganzen Maaß= „ Stab herum die proportionirten Sinus auf denen verjüngten Maaßstäben just zeigen „ müsse. Die Sohle und Seigerteufe ist demnach auf solchem Maaßstabe viel kürzer und „ leichter zu finden, weder auf vorher beschriebenem Lineal. Denn wenn ich, z. E. die Sei= „ gerteufe, da die Schnur 6 Lachter lang, und der Winkel 9 Grad 30 Minuten ist, suchen „ will, so schiebe ich nur die Hülse von oben nieder bis an solchen Grad 30 Minuten, da weiset „ mir solcher auf der einen, andern oder dritten Seiten der verjüngten Maaßstäbe, und „ zwar auf dem, welcher in 500 Zoll getheilet, alsbald, von unten des Maaßstabes hinauf „ gezehlet, daß die Seigerteufe in 8′2″3‴ bestehet. Im übrigen brauchet es mehrere Be= „ schreibung nicht, sondern daß nur bey Suchung eines jeden Winkels Sohle der bekannte „ Winkel von 90 Grad subtrahirt werden muß, und das übrigbleibende vor den be= „ kannten Winkel zu rechnen, alsdenn die Hülse daran zu schieben ist, und auf denen Seiten „ des Maaßstabes die abschneidende Zolle von unten herauf zu zehlen sind. Wenn nun „ ein solcher Maaßstab und dessen Schieber fein just abgetheilet und gefertiget ist, alsdenn „ lässet sich die Sohle und Seigerteufe darauf mit Lust und Behendigkeit suchen. Wo= ferne aber die Winkel oder Schnüre nicht nur in ganzen Lachtern, sondern auch in Zehen= „ theilen (Erstens) und Zollen (Zweytens) und also in zwey bis drey Figuren bestehen, da hat „ es etwas mehr Mühe, weilen jeder Figur ihre Sohle und Seigerteufe a parte gesuchet „ werden müssen. Wer aber in der Sache geübet ist, kann auch gar bald damit fertig „ werden. „

Nachdem wir nun unvermerkt bey Betrachtung der Arithmetischen Machinen und ihrer daraus erwachsenen Vortheile, zuletzt auf diejenigen gerathen, die nebst den Arithmetischen auch noch zu Auflösung vieler anderer Mathematischen, sonderlich aber Geometrischen Aufgaben, sehr leichte zu gebrauchen, und großen Nutzen dabey schaffen; Als vermeyne die beste Gelegenheit zu haben, allhier auch eines in gedach= ten Stücken sehr berufenen Instruments zu gedenken, und folget dannenhero

Das XVI. Capitel.

Vom Proportional-Zirkel.

§. 170.

Der Proportional-Zirkel ist ein Instrument, dadurch man behende, und meist mit großem Vortheil, fast alle Aufgaben in allen Mathematischen und Mechanischen Wissenschaften bloß mit Beyhülfe eines ordinairen Hand-Zirkels finden und auflösen kann, ein Instrument, das seines vortrefflichen Nutzens wegen billig unter allen geometrischen mit obenanstehen soll, dahero es auch von einigen Pantometron genennet wird; weil sie solches also ausstaffiret, daß man es zum Feldmessen brauchen können, und dahero mit Dioptern, oder statt selbiger mit unterschiedlichen Spitzen versehen.

§. 171.

Es ist solche Invention mit dem Anfange des vorigen Seculi bekannt worden; denn es hat Anno 1603. den 10. Maji Levinus Hulsius einen Tractat heraus gegeben, dessen Titel also lautet: **Beschreibung und Unterricht des Jobst Bürgi Proportional-Zirkels, dadurch mit sonderbarem Vortheil eine jegliche rechte und Zirkel-Linie, alle Flächen, Land-Charten, Augenscheinen, Festungen, Gebäu, eine Kugel mit denen Regularibus, auch alle Corpora Regularia &c. können zertheilt, zerschnitten, verwandelt, verjünget und vergrössert werden. Niemahlen zuvor in Druck gegeben.** Woraus erhellet, daß dieses die allererste Beschreibung von diesem Instrument seyn müsse. Daß aber solcher Zirkel des Jobst Bürgi schon lange Zeit zuvorhero bekannt gewesen, ist daraus abzunehmen, weil eben dieser Hulsius in der Vorrede meldet, daß man solchen des Bürgi Zirkel schon in etlichen andern Städten nachgemachet, die aber in der Theilung nicht zugetroffen, welches eben so geschwinde nicht geschehen können; auch habe er schon einige Zeit zuvorhero den Bürgischen Zirkel bey dem Maynzischen Rath Brömser auf dem Reichstag zu Regenspurg zum ersten gesehen, derowegen er ihm auch diesen Tractat dediciret. Es ist aber dieser Zirkel nicht derjenige, den wir jetzo insgemein unter dem Titel des Proportional-Zirkels verstehen, und wie er Tabula XV. abgebildet ist, und aus zweyen mit einem Charnier aneinander gefügten Linealen bestehet, sondern er ist in Gestalt eines Zirkels mit vier Spitzen gewesen, wie dessen Figur Tabula XVI. zu ersehen. Weil aber Hulsius nur den Gebrauch gewiesen, so hat 1605. Philippus Horcher, ein Medicus, eine vollkommnere Beschreibung in drey Büchern heraus gegeben, und nicht allein den Gebrauch, sondern auch dessen Fabric und Nutzen gewiesen. Es giebet sich aber dieser Horcher nicht vor den Inventor aus, sondern saget in der Zuschrift, daß ihm unlängst von ungefähr ein solcher Proportional-Circul sey zuhanden kommen, über dessen curieuse Invention und vielfältigen Nutzen er sich nicht genugsam verwundern können, und dahero bewogen worden, dessen Composition und Ursachen aus Euclidischen Fundamenten zu suchen, und auf Ansuchen anderer zu publiciren. Er erinnert vor dem Eingange, daß kürzlich Levinus Hulsius den Gebrauch dieses Zirkels heraus gegeben, und darinnen gesaget, daß diejenigen Zirkel, so anderswo gemachet würden, sehr falsch, und seinen nicht beykämen, die er verkaufe. Allein, er Horcher halte davor, daß diejenigen, so nach seiner Anweisung gemachet,

machet, und auf ein richtiges Fundament gestellet seyn, nicht könnten gemeynet werden, absonderlich da er, Hulsius, selbige noch nicht gesehen.

§. 172.

Diesem Horcher ist gefolget der bekannte Groß-Herzogliche Mathematicus und Professor zu Padua, Galilæus de Galilæi, so 1607. eine Beschreibung heraus gegeben, und sich die Erfindung zugeeignet, welche ihm aber von Balthasar Capra streitig gemachet, und dennach unter diesen beyden einige Schriften darüber gewechselt werden; wie solches weitläuftig zu lesen in des Herrn Hofrath Wolfens Lexico Mathematico, unter dem Titel: *Circinus Proportionum*, auch ist beym Dechales in Mundo Mathematico, und zwar in Tomo II libro 4. Geometr. practicæ pag. 58. mehreres zu finden, der in diesem ganzen Buche von dem Proportional-Circul handelt.

§. 173.

Es ist aber des Burgii Zirkel weder in der Figur noch in der Operation mit des Galilæi einerley, denn dieser nicht mit vier Spitzen, sondern aus zweyen Linealen oder Regeln bestehet, als wie wir solchen heut zu Tage insgemein unter dem Titel, Proportional-Zirkel, führen. Daher auch kommen, daß diese Invention dem Galilæo zugeeignet worden, und weil man auf diese Art vielmehr Linien darauf bringen, vielerley Operationes vor jenen damit verrichten kann, dieser auch viel leichter und mit viel geringeren Kosten zu machen ist; denn jener mit vier Spitzen nicht nur einen sehr accuraten Meister erfodert, sondern auch im Gebrauche sehr wohl will in Acht genommen seyn, immaßen, so bald eine Spitze davon schadhaft worden, so gleich der ganze Zirkel wegen der gemachten Abtheilungen unrichtig ist, und diesem auch nicht anders abzuhelfen, als daß von neuem eine proportionirliche Spitze mit gehöriger Accuratezza daran gesetzet werde; also hat der sogenannte Galiläische den Vorzug behalten, und jener ist gar liegen blieben.

§. 174.

Inzwischen aber ist doch das Fundament und die Austheilung einerley, und hat so wohl Galilæus oder Capra des Burgii Invention, welche auch vom Reichstage zu Regensburg mit in Italien kommen seyn mag, leichte in eine andere Form giessen können, denn *Inventis facile est addere*, dessen uns die Erfahrung überweiset. Z. E. Der Jesuit Christoph Scheiner eignet sich in der Pantographia oder Beschreibung des Parallelogrammi, die Invention und erste Beschreibung solches Parallelogrammi, mit grossen Lobsprüchen zu, da doch vor sehr vielen Jahren zuvorhero unser Bramer eine Beschreibung hiervon ausgehen lassen, und dabey meldet, daß es eine schon alte Invention sey.

Ingleichen der Weltbekannte Jesuit Kircherus eignet sich die Erfindung des Pantometri, darüber ein anderer Jesuit P. Schotte ein eigenes Buch geschrieben, auch zu, da doch schon 1607, da Kircherus nur 4 Jahr alt war, eben dieses Instrument, und in eben der Figur, durch Leonhard Zublern zu Basel herauskommen, wie beyde Figuren aus denen Tabulis genugsam zu sehen sind; also, daß ich so lange, bis mir einer stärkern Beweis bringet, die Deutschen vor die Erfinder der nur gedachten zweyen Instrumenten, und absonderlich Jobst Bürgen auch vor den allerersten Inventor dieses so nützlichen Instruments schätze.

Weil nun das Burgische und Galiläische Instrument in der Figur unterschieden; so haben einige das Burgische Instrument unter dem Titel des Proportional-Zirkels, weil es als ein Zirkel bey der Operation gebrauchet wird, und das Galiläische ein Proportional-Schreg-Maaß genennet; wie denn Georg Galgenmayer in einem Tractate,

die

die Beschreibung des Proportional-Zirkels, Schreg-Maaßes, und Lineals, herausgegeben, so hernach von Joh. Remelino 1614 vermehret, und 1688 zum vierten mahl aufgeleget worden.

§. 175.

Wie der Proportional-Zirkel zu verfertigen, und zwar nach des Galilæi Art mit den zwey Linealen.

Weil diese Art die vollkommenste, und auch die leichteste und gebräuchlichste ist; so wollen wir erstlich diese betrachten, und alsdann in den folgenden die andere Art auch beschreiben.

Der Proportional-Zirkel kann gemachet werden von Holz, Meßing, oder auch von andern Metall. Soll er von Holz seyn, muß solches recht trocken, hart, und gleich seyn. Die Dicke der Schenkel wird nach ihrer Länge, oder auch nach dem Charnier eingerichtet; denn soll solches auch von Holz seyn, so muß die Dicke wenigstens $\frac{5}{8}$ Leipziger Zoll seyn, und wird solches, wie Figura I. bis IV. Tabula XVII. zeiget, gemachet: an dem einen Schenkel *AD* werden auf der einen Ecke *b* 2 Zirkel-Scheiben *c d* nach dem Zirkel abgezeichnet und ausgeschnitten, von dem Drittel aber der Dicke ein Einschnitt *e e* gemachet, und eine andre Scheibe *B*, so noch an einem Quadrat-Holze *C* feste, accurat und scharf eingepasset; in dem andern Schenkel *D* wird erstlich aus denen Ecken *f g* so viel ausgeschnitten, daß die beyden Scheiben *c d* wohl einpassen, und ferner wird das Stück *B C* auch eingelassen und befestiget, doch daß beyde Centra accurat in den Durchschnitt der Linien *b i* und *k l* kommen. Die drey Scheiben werden alsdenn mit einem recht runden, und das Loch fleißig ausfüllenden meßingenen Stift, der zuvorhero im Feuer wohl geglühet worden, zusammen geniethet, und gleich wie das Centrum Figura VI bey *h* in Durchschnitt beyder Linien stehet; also muß es auch geschehen, wenn der Zirkel ganz aufgemachet ist, und Figura V. bey *m* sich zeiget. Weil nun das Zirkel-Stück *c d* die Ecke von dem Schenkel *D* hinweggenommen, so wird solches, wenn man das Papier oder Kupfer-Stich aufleget, wieder ersetzet, und das Stück oder Spitze *k h n* Figura IV. auf der Scheibe *D E* nicht aufgeleimet, also, daß alle beyde Schenkel mit ihren zwey Ecken in Centro einander berühren, wie Fig. V. bey *m* zu sehen, zuvorhero aber müssen beyde Schenkel von gleicher Breite und Dicke wohl abgerichtet seyn.

Hier ist gesaget worden, daß man das Holz mit Papier oder einer hierzu gestochenen Kupfer-Platte überziehen soll. Alleine man kann auch die Theile auf Holz tragen, und wird solches viel accurater und beständiger, absonderlich wenn das Holz schön klar, hart und weiß ist, dergleichen Ahorn-wilder Apfel- und Buxbaum.

§. 176.

Einen Proportional-Zirkel von Meßing zu machen.

Die Schenkel werden gleichfalls von einerley Grösse, Dicke und Breite zugerichtet, entweder wie Figura I. II. Tabula XV. oder wie Figura I. Tabula XVIII. oder grösser, kleiner, schmähler, länger oder kürzer, nachdem man solches nöthig findet, allzugrosse sind zwar die richtigsten, aber auch die unbequemsten, und muß man einen sehr großen Hand-Zirkel darzu haben; Daher ist der auf Tabula XV. schon unter die grösten, so noch brauchbar sind, zu rechnen. Die bequemste Länge ist etwa 7 bis 8 Zoll. Die Breite muß nach der Menge der Linien genommen werden, damit sie oben im Centro nicht allzuenge zusammen fallen, und Confusion verursachen. Die Schenkel werden entweder aus einem massiven Stück gemacht, oder aus drey Stücken oder Platten zusammen gesetzet, wie derjenige ist

so

so Tabula XVIII. Figura I. abgebildet ist, und in der Mitte eine Regel oder Blech *y k* in sich verbirget; denn solches Blech bey *c* um einen Stift beweglich ist, daß man es aufrichten kann, und wenn beyde Schenkel beysammen stehen, ein Winkelmaaß ausmachet, hier aber auch zugleich einen Triangel, der statt des Parallels kann gebrauchet werden, abgiebet. Sollen nun die Schenkel mitten hohl seyn, daß eine Regel oder Blech darinnen liegen kann, oder sonst von dreyen Blechen zusammen gesetzet seyn, so müssen solche fein æqual seyn, und das mittlere Stück so dicke als das Charnier ist, solche werden nun wohl abgezogen nach dem Lineal und Winkelmaaß, und alsdann mit gnugsamen subtilen Stiften auf einander geniethet, wie ein Stück Figura *G* hiervon zu sehen ist. Das Gelenke oder Charnier wird besonders gemachet, und bestehet mehrentheils auch aus drey Blechen, die alle dreye zusammen die Dicke des Mittelstücks *a* Figura *G* haben. Erstlich werden drey Stück gemachet, wie *A*, die auch fleißig nach dem Zirkel und Winkelmaaß müssen gearbeitet seyn, diese drey werden in der Mitte mit einem Stift also aufeinander geniethet, wie Figura *B* oder *D* zu sehen, da *C* oder *E* das Mittel-Stück ist, so zwischen denen zweyen innen stehet. Der Stift oder Nieth-Nagel muß von genugsamer Dicke und recht rund seyn, auch die Löcher auf das allergenaueste ausfüllen, massen hierinnen ein groß Stück der Accurateſſe beruhet. Wenn solches geschehen, und das übrige vom Stift weggenommen, auch alles wieder sauber gemachet worden, so ist nöthig das Centrum zu suchen, und mit einem zarten Punct zu bezeichnen, solches geschiehet aber also: Machet das Charnier auf, wie *B C* zeiget, und setzet mit einem scharfen Zirkel die Spitze in *a*, und machet, wo ihr das Centrum vermuthet, eine subtile Linie *b c*, hernach machet den Schenkel so weit zu, daß es einen rechten Winkel machet, wie bey *F* zu sehen, setzet den Zirkel wieder in vorigen Punct *a*, so hier mit *g* bezeichnet ist, und machet mit eben voriger Zirkel-Weite wieder einen Bogen, wird *h i* seyn, weiter machet das Charnier gar zu, wie bey *D E* zu sehen, und setzet eben diese Zirkel-Weite in den vorigen Punct *a* so hier *d* ist, und machet den Bogen *e f*, schneiden solche einander recht in der Mitte durch, so ist die Zirkel-Weite recht, wo nicht, müsset ihr solches ändern, und auf beyde Arten so lange versuchen, bis es eintrifft, alsdenn machet das Charnier wieder auf, daß es einen rechten Winkel giebet, und machet aus eben dem Punct hier *g* den Bogen *h i*, wo nun dieser die andern beyden durchschneidet, allda habet ihr sicher das Centrum zu notiren, und alsdenn könnet ihr nochmahlen aus diesem Centro eine Zirkel-Linie ziehen, und so wohl die Rundung als das übrige Blech justiren, daß die Linien *m n* und *o p* accurat auf das Centrum streichen, und alles im rechten Winkel stehet. Dahero es eben auch nicht nöthig ist, daß man zuvorhero alles so sehr genau observiret, sondern jedes immer etwas grösser lässet. Weil nun das Mittel-Stück das Spatium zwischen den beyden Platten *B* nicht ausfüllet, auch die Platte *E* oder Mittel-Stück nur ein Drittel von der Dicke hat, so machet drey Bleche, wie Figura *H* zeiget, die accurat an die Rundung der äusserlichen Stücke passen, und niethet zwey Stück auf *C* oder *E* und eines zwischen die beyden äusserlichen *B* oder *D*. Wenn nun alles einander gleich ist und durchgehends einerley Dicke, alsdenn wird solches in die beyden Schenkel eingepasset, so daß die Spitzen *b* und *c* Figura *B C* allemahl accurat im Centro stehen bleiben, man mag den Zirkel auf oder zu machen. Dahero man erstlich solches nur mit verlohrnen Stiften befestiget, damit man wo es fehlet noch helfen kann.

Bey dem Charnier ist vor allem wohl zu observiren, daß die runden Scheiben von gleicher Dicke seyn, und in der Mitte beym Stift vielmehr dünner als dicker, doch nicht von aussen, sondern nur von innen, maßen dieses viel zu einem beständigen und stäten Gange beyträget.

§. 177.

Eine andere Art eines meßingenen Charniers.

Weil drey Stücke Meßing auf einander eine ziemliche Dicke verursachen, also, daß in allen fünf Stücke werden, so hat man auch einen Weg solches durch zwey zu verrichten. Es wird erstlich ein solches Blech wie *A* Figura VI. Tabula XVII. gemachet, und noch eines dergleichen, wie *B*, doch daß ein Zirkel *a b c* ausgeschnitten und der Rand schief abgedrehet wird, in diese Oeffnung wird eine Scheibe *C* von gleicher Dicke und Grösse wohl eingeschmirgelt, also, daß beyde obeyher einander wieder gleich werden. Hierauf werden beyde Bleche *A* und *B* aufeinander geleget, und die Scheibe *C* auf *A* mit etlichen Stiften feste geniethet. Doch ist darbey zu observiren, daß an der Scheibe unten eher etwas fehlet, daß sie nicht ganz auf der andern aufstehet, als daß sie zu hoch ist, weil es sonst den Zirkel *d e f* nicht anziehet, daß er steif gehet, als doch von einem Zirkel erfodert wird. Bey *D* ist die kleine Scheibe in Profil, und bey *E* das ganze Charnier von oben herab. Endlich ist noch im Centro ein kleiner Stift feste zu machen, welcher so weit vor das Charnier vorgehet, als die Dicke des Bleches beträget, so über dem Charnier lieget, und auf solchen wird eben auf die Art das Centrum gesuchet, als Figura *B D F* Tabula XVIII. gezeiget worden; Aus diesem Centro oder Punct werden hernach alle Linien gerissen, und alle Theile aufgetragen, derowegen solches sehr accurat muß gefunden werden, wann nicht das Instrument falsch werden soll. Solcher Stift mit seinem Centro ist Figura I. Tabula XVIII. zwischen *Q S* zu sehen.

§. 178.

Wie die Linie auf das Instrument zu tragen.

Wenn man bestimmet hat, wie viel Linien darauf kommen sollen, auch der Maaßstab, den man zum Auftragen brauchen will, bereitet, so nehmet die ganze Länge des Maaßstabes, und machet aus dem Centro des Charniers unten auf beyden Schenkeln einen Zirkel-Bogen, und traget von der Mitte gegen jede Seite so viel Puncte, nach bequemer und nöthiger Weite als Linien werden sollen, und notiret solche mit einem Punct. Aus diesen Puncten und dem Centro ziehet ihr eure Linien, entweder durchaus, oder nicht, wie es die Bequemlichkeit erfodert, welches man besser aus der XV. Tab. sehen als beschreiben kann. Denn wenn alle Linien bis ins Centrum laufen sollten, würde es grosse Confusion geben, und man weder Abtheilung noch Ziffern genau sehen können, dahero nicht gut ist, daß allzuviel Linien auf eine Seite kommen, und thut man besser, daß man lieber zwey Instrumenta als eines machet. Die Linien sollen sehr accurat und gleich, dünne, auch nicht zu tief seyn, sonsten kann man mit der Theilung nicht wohl zurecht kommen, weil die Puncte sodenn auch allzutief und groß werden müssen, so aber nicht gut ist. Die Franzosen und andere Ausländer machen statt der Puncte Linien, welches zwar angehet, wenn nur etwa 2 oder 3 Linien auf einer Seite seyn, aber bey mehreren ists nicht practicable. Ueberdieß nimmt es sich mit Puncten besser ab als bey Linien.

§. 179.

Bey dem Gebrauch dieses Proportional-Zirkels ist ein guter, und nach Proportion des Instruments etwas langer Hand-Zirkel nöthig, damit die Spitzen nicht allzuflach zu stehen kommen. Mit diesem Hand-Zirkel nimmet man die Weiten

1. Directe, oder nach der Länge, wenn man den einen Fuß des Zirkels ins Centrum *a* Figura VII. Tabula XVII. setzet, mit der andern Spitze aber auf die begehrte Linie in den gehörigen Punct stellet, als hier in *b*.

2. Trans-

2. Transversim, wenn man die mit beyden Zirkel-Spitzen *c d* genommene Weite überzwerg auf zwey gleiche Zahlen von einerley Linie zu stellen suchet, und demnach das Instrument so lange auf und zu machet, bis diese Puncten die Weite treffen, wie *c d* auf dem Puncte 30.

3. Oblique, wenn man eine Linie zwischen zweyen ungleichen Zahlen nimmet, als hier *e f*.

Versuchen ist, wenn das Instrument eröffnet lieget, und mit dem Hand-Zirkel ein gewisses Maaß genommen wird, so versuchet man zwischen welchen gleichen Zahlen es auf der verlangten Linie überzwerg eintrifft.

§. 180.

Was vor Linien auf den Proportional-Zirkel zu tragen.

Hier kann man keine gewisse Zahl bestimmen, maßen von jeder Sache, darinn von einer gewissen Proportion-Zahl, Maaß, Gewicht oder Verhältniß, gehandelt wird, eine besondere Linie kann formiret werden.

Diejenigen, so wir hier zeigen wollen, sind folgende:

1. Linea Arithmetica.
2. - - Geometrica
3. - - Tetragonica.
4. - - Subtensarum.
5. - - Reducendorum planorum & Corpor. Regularium.
6. - - Corporum Sphæræ inscribendorum.
7. - - Tangentium.
8. - - Cubica.
9. - - Chordarum.
10. - - Circuli dividendi.
11. - - Rectæ dividendae.
12. - - Fortificatoria.
13. - - Metallica.

§. 181.

Wenn aber von einigen über diese hier gesetzte Linien andere, und etwa vornehmlich nachfolgende dürften desideriret werden, indem sie wirklich auf einigen Proportional-Zirkeln zu finden; so haben sie sich dießfalls keine Sorge zu machen, indem sie alle auf dergleichen Linien vorzunehmende Operationes auf denenjenigen, die sich unter den andern gewöhnlichsten befinden, ebenmäßig ausüben können. Also ist

Die Linea Sinuum in der Linea Chordarum doppelt begriffen, und derhalben weit vollkommner darauf zu haben, immaßen sich die Sinus auch von halben Graden allda abnehmen lassen, da solches auf der Sinus-Linie nur von ganzen Graden geschehen könnte. Doch ist hierbey noch zu behalten, daß man jedesmahl die gedoppelte Zahl der gegebenen Grade in diesem Falle gebrauchen müsse. Z. E. den Sinum von 45°, und 30′ zu erfahren, verdoppelt man diese gegebene Zahl, so ist das Duplum 91°: Werden nun 100 Theile der arithmetischen Linie vor 1000 angenommen

nommen und zwischen 180 auf der Chorden-Linie transversim oder überzwerg gesetzet, wird zwischen 91 transversim der verlangte Sinus gefunden.

Die Linea Musica ist darum zu entbehren, weil an deren Statt die Arithmetica dienen kann, wie bey der Arithmetica an einem Exempel gewiesen wird.

Die Linea Gnomonica wird durch die Linea Tangentium ersetzet, indem man durch diese Linie und vermittelst einer guten accuraten Tabelle auf jedes Orts Pol-Höhe vor die Stunden-Winkel, die Sonnen-Uhren füglich beschreiben kann. Wegen dringender Kürze will den geneigten Leser an den vom Goldmann beschriebenen Gebrauch des Proportional-Zirkels gewiesen haben, wo er pag. 46. sqq. mehr Nachricht hiervon finden wird.

§. 182.

Von der Linea Arithmetica.

Diese Linie bestehet aus lauter gleichen Theilen, und ist daher zwar die simpleste, inzwischen aber dennoch der Ursprung aller andern Linien, und können auch damit künstliche Aufgaben solviret werden, absonderlich wenn man noch einige Tabellen dabey gebrauchen will. Und diese einzige Linie meritiret, daß das ganze Instrument zu unseren Rechen-Machinen gezogen wird. Es ist darneben kein mechanischer Vortheil übrig, als daß man solche Linie nach der Art wie oben §. 52. 53. gemeldet worden, in die verlangten Theile so scharf als möglich ist, eintheilet. Ihre Theile können so viel seyn als sichs will thun lassen; hier aber ist man bey 200 geblieben, damit sie zugleich den Diameter der Sinus-Tafel für 2000 geltend vorstellen.

§. 183.

Einige Exempel wie die Linea Arithmetica zu gebrauchen.

Zahlen zu addiren, als 30 und 21.

Nehmet mit dem Zirkel vom Centro aus *a* Figura VIII. directe 21, und setzet alsdenn die eine Spitze wieder in 30, so wird die andere bis in 51 als Facit langen.

Linien zu addiren, als eine von 12 die andere von 16 Fuß.

Addiret beyde zusammen, giebt 28, nehmet alsdenn die Linie *A B* von 16, stellet solche transversim in 16 und 16 *c c*, lasset das Instrument unverrückt liegen, und nehmet die Weite zwischen 28, giebet die Länge *C D*.

Zahlen zu subtrahiren, als 52 von 80.

Nehmet vom Centro aus directe die Weite 52, stellet solche mit der einen Spitze in 80, mit der andern nach dem Centro, so giebet sie 28, das Facit.

Linien zu subtrahiren, als von 54 Ruthen 36 Fig. IX.

Nehmet die Länge *a b* von 54, stellet solche transversim zwischen 54 und 54, und nehmet vom unverrückten Instrument die Weite zwischen 36 und 36, giebet die Länge *c a* von 18 Ruthen.

Zu multipliciren, wenn die Zahlen nicht über 100 seyn, als 8 mit 9.

Nehmet directe 9, und schlaget solche Weite 8 mahl um, so giebet es zuletzt 72.

Linien zu multipliciren, als *a b* Fig. X. Tab. XVII. sey 12, solche 6 mahl länger zu machen.

Er-

Erwählet eine beliebige Zahl, als hier 10 mit 6 multipliciret, machet 60, nehmet ferner die Linie *a b* 12, stellet solche transversim zwischen 10 und 10, und nehmet unverrückt die Weite zwischen 60 und 60, giebet 72, oder die Lineam *c d*.

Zu dividiren, als 25 in sechs gleiche Theile.

Nehmet 6 directe, traget solches auf der Linie fort bis ihr 25 erreichet, und findet vier Umschläge, als das Facit, nebst einem übrigen Theile, ist also das ganze Facit $4\frac{1}{6}$.

§. 184.

Eine Linie zu theilen.

Eine jede Linie von gebührender Länge, wenn sie auf dieser Linie zwischen zwey gleiche Zahlen mit so weiter Eröffnung des Instruments gesetzet wird, giebet hernach durch alle Zahlen die verlangten Theile. Als, eine Linie sey in 73 Theile zu theilen, so nehmet die Weite *a b* und traget solche transversim auf 73 und 73, so habet ihr auf einmahl alle Theile. Also wollet ihr 3 nehmen, ist es die Weite zwischen 3 und 3, 4 und 4 die Länge von 4. 5 und 5 die Länge von 5, 50 und 50 die Länge von 50, und so fort durch alle Theile, also daß diese Linie einen Universal-Maaßstab abgiebet, welches gewiß eine überaus nützliche Sache, im Augenblick eine Länge in so viel Theile als man will, zu theilen, es seyn solche gleich oder ungleich. Und dieses ist auch das Vornehmste, warum ich diese Linea auf dem Instrument am meisten æstimire.

§. 185.

Eine Linie zu theilen, als von 63 Fuß in 9 gleiche Theile.

Setzet die Länge der Linien zwischen 63 und 63, dividiret 63 in 9, giebet 7, setzet also den Zirkel auf unverrücktes Instrument in 7 und 7. Diese Oeffnung giebet den verlangten 9 Theil.

§. 186.

Den Bruch einer Linie darzustellen.

Es soll von der Linie $\frac{3}{4}$ dargestellet werden.

Hier sollte man die ganze Länge der Linie zwischen 4 und 4 transversim stellen, alleine weil die Puncte so nahe am Centro seyn, so müsset ihr statt der einfachen Zahl eine 10fache Zahl nehmen, als an statt 4 die Zahl 40, an statt 3 aber 30, so ihr nun die Länge der Linie zwischen 40 und 40 stellet, so wird 30 und 30 die begehrte Grösse des Bruches exprimiren.

§. 187.

Etliche Exempel wie sie beym Scheffelt zu finden.

Wie kann man unterschiedliche Sorten Geldes verwechseln?

Z. E. 60 Burgunder Thaler, wie viel machen sie Gulden? den Thaler zu $28\frac{1}{2}$ Batzen, und den Gulden zu 15 Batzen gerechnet.

Ich nehme erstlich directe $28\frac{1}{2}$, stelle solche transversim zwischen 30 und 30, als dem Duplo 15, und unverrückt nehme ich die Weite zwischen 120 und 120, als dem Duplo 60, giebt directe das Facit 114 fl.

§. 188.

Wie wird solches mit Linien verrichtet?

Z. E. Es werde gegeben die Linea *a b* hält 84, und Linea, *c d* 35. Wann nun *c d* 20 lang wäre, wie lang sollte wohl *a b* seyn?

Ich nehme demnach die Länge *c d* stelle solche transversim zwischen 20 und 20, und unverrückt versuche ich zwischen welchen gleichen Zahlen *a b* eintreffe, finde zwischen 48 und 48. Wann also *c d* 20 Pedes lang wäre, so würde *a b* 48 Pedes halten.

§. 189.

Wie soll man die Interesse und Super-Interesse zum Capital schlagen?

Z. E. Es leihet einer dem andern 80 Gulden, zwey Jahr lang mit 5 pro Cento pro Anno zu verinteressiren, wie viel wird der Zinß und Zinß de Zinß, sammt dem Capital, sich belaufen?

Ich nehme also directe 80, stelle solche transversim zwischen 100 und 100, und unverrückt nehme ich die Weite zwischen 105 und 105, giebt directe 84, diese 84 stelle ich wieder zwischen 100 und 100, und unverrückt nehme ich wieder die Weite zwischen 105 und 105, giebt directe 88 $\frac{1}{5}$ Gulden, den Zinß und Zinß de Zinß, sammt dem Capital.

§. 190.

Wie wird es durch Linien verrichtet?

Z. E. Es werden gegeben die Linien *a b* 80, und *c d* 100. Wann nun der Linie *c d* 10 Theil beygeleget würden, wie lang müste *a b* seyn?

Ich nehme die Länge *a b*, stelle solche transversim zwischen 100 und 100, und unverrückt nehme ich die Weite zwischen 110 und 110, giebt die Lineam *e f* 88. Besiehe Figura XI.

§. 191.

Wie kann die Linea Musica oder Harmonica durch die Lineam Arithmeticam vorgestellet werden?

Hierzu dienen nachfolgende zwey Tabellen, da die eine die Buchstaben einer Octav, die andere aber die Zusammenstimmung vorstellet.

Tabula Scalæ Musicæ.

Clavis.	*Partes.*	*Clavis.*	*Partes.*
E.	2000.	*Bfa.*	1417.
F.	1875.	*Bmi.*	1333.
Fd.	1770.	*C.*	1250.
G.	1667.	*Cd.*	1178.
Gd.	1583.	*D.*	1110.
A.	1500.	*Dd.*	1057.

Tabula Consonantiarum.

Nomen Diapason, eine Octav	-	-	-	2.	1.	*Termini.*
- *Diapente*, eine Quint.	-	-	-	3.	2.	-
- *Diatessaron*, eine Quart.	-	-	-	4.	3.	-
- *Di Tonus*, Tertia maior.	-	-	-	5.	4.	-
- *Sesqui Di-Tonus*, Tertia minor.		-	-	6.	5.	-
- *Hexachord. major*, Sexta major.		-	-	5.	3.	-
- *Hexachord. minor*, Sexta minor.		-	-	8.	5.	-
- *Diapason cum Diapente*, eine Octav mit der Quint.			-	3.	1.	-

No.

Nomen	*Tonus major*,	9.	8.	*Termini.*
-	*Tonus minor*,	10.	9.	-
-	*Semitonium majus*,	16.	15.	-
-	*Semitonium minus*,	25.	24.	-

§. 192.

Wie soll man die Säiten eines Monochordii, Lauten, Chydar, oder dergleichen Instrument, nach den Buchstaben recht abtheilen?

Man nehme die Länge der Säiten vom Stege bis an den obersten Absatz, wie hier die Linea *HE* vorstellet, und setze solche oder ihre Helfte in Lineam Arithmeticam, zwischen 200 und 200 transversim, welches den Buchstaben *e* vorstellet, und klinget wie *e*, lasse das Instrument unverrückt liegen; hernach nehme man die Zahlen aus der ersten Tabell den andern Buchstaben *f*, worbey die Zahl 1875. das ist, die Weite zwischen 187.5. und 178. 5. transversim genommen, und solche von *H* nach *E* in *f* getragen, klinget wie *f*. Ferner die Weite zwischen 177 und 177 vermöge der Tabell genommen, aus *H* nach *E* in *Fd*. getragen, und so fort an alle Buchstaben Fig. XII.

Wann aber eine niedrige Octav sollte begehret werden, so nimmt man nur die Länge doppelt; wann man aber alsdenn solche Länge wieder duplirt, so hat man der Octaven tiefere Octav; welches man Disdiapason nennet. Und also kann man weiter andere Octaven erfinden, so oft man begehret. Auf den Säiten-Spielen dürfen auf jeder Säiten nur diejenigen Buchstaben getragen werden, welche darauf gehören.

§. 193.

Wie verhält es sich mit den Orgel-Pfeifen?

Wann eine derselben mit der menschlichen Stimme übereintreffen solle, so muß ihre Höhe $1\frac{1}{2}$ Schuh lang seyn, nach welcher die andern Pfeifen ihre Proportion bekommen; Also müssen auch die Dicken Pfeifen ihre Proportion haben.

§. 194.

Wie soll man zu einer gegebenen Länge eine andere erfinden, welche die begehrte Einstimmung vorstelle?

Hierzu wird die andere Tabell gebraucht, als wenn man eine höhere Quint bedarf, so schreibet man $\frac{2}{3}$, bedarf man aber eine niedrige, so setzet man $\frac{3}{2}$, diese Zahlen multiplicire ich mit einer beliebigen Zahl, als hier mit 50, giebt $\frac{150}{100}$ und $\frac{100}{150}$. Z. E. Die gegebene Länge sey *a b*, solche stelle ich transversim zwischen 150 und 150, und unverrückt nehme ich die Weite zwischen 100 und 100, giebt die Länge *cd* die höhere Quint; stelle ich aber *ab* zwischen 100 und 100 und nehme die Weite zwischen 150 und 150, so habe ich die Länge *ef* die niedrige Quint. Fig. XIII.

§. 195.

Wie soll der Ton einer Glocken zu einer andern, nach Begehren, gefunden werden?

Es werde gegeben der Diameter *ab*, als die Weite einer Glocken, welche den Klang *F* giebt. Man verlanget aber noch eine Glocke, die dazu solle gemacht werden, welche den Klang *A* haben solle; So nehme ich nur den Diametrum *ab*, stelle solchen zwischen

187. 5.

187. 5. und 187. 5. transversim, und unverrückt nehme ich die Weite zwischen 150 und 150 giebt den Diametrum *cd*, und klinget wie *A*. Wie ich nun hier mit der Weite procediret habe, so mache ich es auch mit der Höhe und Dicke; In welchem Stücke Herr Theodosius Ernst, wohlerfahrner Stück- und Glocken-Giesser in Ulm, von mir ist unterrichtet worden, und bereits unterschiedliche Proben darinnen gethan hat. Fig. XIV.

§. 196.

Wie soll man mit einer gegebenen Linea eine andere erfinden welche den gegebenen Ton oder Semitonium vorstelle?

Z. E. Es werde gegeben die Linea *ab*, zu welcher zwey andere Linien sollen gefunden werden, da die erste einen grössern Ton höher, die andere aber einen grössern Ton niedriger, vorstellen sollten, als $\frac{8}{9}$. Allhier multiplicire ich die Zahlen mit 20, als einer beliebigen Zahl, giebt $\frac{180}{160}$, nehme also die Lineam *ab*, stelle solche transversim zwischen 180 und 180, und unverrückt nehme ich die Weite 160 und 160, giebt die Lineam *c d*, welche den grössern Ton höher giebet; stelle ich aber die Lineam *a b*, zwischen 160 und 160, und nehme unverrückt die Weide zwischen 180 und 180, so giebt solche die Lineam *e f*, als den grössern Ton, niedriger, und also auch mit andern Exempeln. Fig. XV.

§. 197.

Wie seynd die Quæstiones in diesem Buche zu solviren, ohne den Proportional-Zirkel?

Man kann auf hart Holz oder Meßing gerade Linien (in beliebiger Länge eines 1000theilgen Maaßstabs) ziehen, und nach den Tabellen solche Linien auftragen, so wird man durch Hülfe gedachter Linien alles solviren können, auf folgende Weise: Z. E. Es werden gegeben die Linien *ab*, 60. *cb*, 48. und *af*, 80. wie sich nun *ab* zu *cb* verhält, also soll sich auch *af* verhalten, zu der vierten, so verlangt wird. Ich nehme von einer Linie, so in gleiche Theile getheilet ist, und durch solche die Linea Arithmetica verstanden wird, als hier *a b* 60, und stelle solche auf eine gerade Linie aus *a* nach *b*, und mache zugleich mit dem Zirkel den Bogen *bc*, hernach nehme ich die gegebene Länge *cb* 48, stelle solche in den Bogen aus *b* in *c*, ziehe aus *a* durch *c* eine gerade Linie; ferner nehme ich von der Linea Arithmetica 80, stelle solche aus *a* nach *f*, und mache damit den Bogen *f d*: Wo nun die Linie *ad* durchschnitten wird, wie hier in *d*, giebet diese Linie *df* die vierte, so gesuchet worden. Fig. X. Wer nun dieses lernet recht verstehen, wird das andere alles gar leicht auf diese Weise solviren können.

§. 198.

Von der Linea Geometrica.

Wie die Linea Geometrica berechnet, aufgetragen und probiret wird, ist schon vorhero §. 55. seqq. gezeiget, auch die Tafel allda beygebracht worden.

Solche aber auf das Instrument zu tragen, ist kein anderer Procefs, als daß man einen Theil nach den andern von dem in 100 Theil getheilten Maaßstab nimmet, wie es die Tabelle anweiset, und solchen aus dem Centro herab träget. Hiebey ist zu merken: Weil der erste Punct oder Theil 100 Theil weit vom Centro kommet, so hat man nicht nöthig die Linie bis ins Centrum, sondern nur bis in diesen Punct zu ziehen, damit der Raum vor die andern,

da

da die Theile sehr nahe zum Centro kommen, verbleibet, und keine Confusion entstehet, ihr könnet solches deutlich Figura I. Tabula XV. sehen.

Der Nutzen dieser Linie ist nicht nur Radicem Quadratam zu extrahiren, sondern auch alle flache Figuren der Geometrischen Proportion nach zu vergrössern und zu verkleinern.

§. 199.

Radicem Quadratam zu extrahiren, so die Zahl die Lineam Geometricam nicht übertrifft.

Zum Exempel aus 81.

Nehmet auf der Linea Arithmetica directe 81. stellet solche in Lineam Geometricam transversim zwischen 81. und 81. und nehmet unverrückt die Weite 1. 1. solches giebt auf der Linea Arithmetica 9. als Radicem. Ist die Zahl grösser, doch daß sie 10000. nicht übertrifft, als 1000. so nehmet von der Linea Arithmetica 10, stellet es transversim auf der Linea Geometrica zwischen 10 und 10, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 100 und 100, giebet directe 31 und etwas drüber.

§. 200.

Mediam proportionalem zwischen zweyen Zahlen zu finden.

Als zu 40 und 90.

Nehmet von der Linea Arithmetica directe 40, stellet es in Lin. Geometrica transversim in 40 und 40, unverrückt nehmet die Weite zwischen 90 und 90, giebt directe auf der Lin. Arithm. 65, als Mediam proportionalem.

§. 201.

Einen gleichseitigen Triangel zu vergrössern.

Solcher sey das Drey-Eck *B*, so dreymahl soll vergrössert werden.

Nehmet die Seite *ab* traget selbige zwischen 10 und 10, hierauf nehmet die Weite 30 und 30, giebet die Weite *ac* des Drey-Ecks *B*. Sollte *B* dreymahl verkleinert werden, so setzet *ac* zwischen 30 und 30, nehmet die zwischen 10 und 10, giebet einen Triangel *A* so $\frac{1}{3}$ ist vom grossen *B*. Fig. XVI. Tab. XVII.

§. 202.

Einen ungleichen Triangel a b c zu dupliren.

Verlängert erstlich die Linie *ac* und *ae* Figura XVII. nehmet *ab* traget es auf die Linie transversim zwischen 10 und 10, unverrückt nehmet die Weite 20 und 20, traget solche von *a* in *e* hinaus, also auch nehmet die Weite *a b* traget sie auch zwischen 10 und 10, und die Weite vom unverrückten Instrument 20 und 20, traget von *a* in *d*, ziehet beyde letzte Stücke zusammen, giebet *de* folglich einen Triangel, doppelt so groß als der gegebene. Und also im Gegentheil verfahren, wenn man die Figur verkleinern will.

§. 203.

Einen Quadrat zu vergrössern.

Als *abcd* Figura XVIII.

Nehmet die eine Seite, als *ab*, traget solche transversim in 10 und 10. Also giebt 20 und 20 einen zweyfachen, 30 und 30 einen dreyfachen, 40 und 40 einen vierfachen so großen Quadrat, und also weiter; soll es kleiner werden, wird es umgekehret.

§. 204.

Einen Zirkel zu vergrössern.

Es geschiehet eben auf diese Weise, nur daß ich statt der Seite hier den Semi-Diametrum nehme.

Mehrere Exempel findet ihr beym Scheffelt pag. 33. seqq.

§. 205.

Von der Linea Tetragonica.

Diese Linea stellet vor den Inhalt der regulairen Figuren, welche gleiche Seiten und gleiche Winkel haben, von 3 bis 20 Eck, und wie eine in die andere, wenn eine Seite gegeben wird, zu verwandeln.

Tabula Tetragonica.

Punctum Fig.	*Latus.*
3	10000
4	6580
5	5017
6	4082
7	3452
8	2995
9	2647
10	2372
11	2150
12	1667
13	1812
14	1680
15	1567
16	1467
17	1380
18	1303
19	1233
20	1171
Semi-Diameter ⊙	3712

§. 206.

Das Fundament dieser Linie.

Die ganze Länge, worauf alle Puncten von denen Seiten der Regulair-Figuren angetragen sind, hält 10000 Theile, welches die Seite ist eines gleichseitigen Drey-Eckes daran jeder Winkel 60 Grad, dessen Sinus oder Perpendicul *ab* Figura XIX. 8660 mit der halben Seite oder Basis *ca* 5000 multipliciret, giebet den Inhalt 43300000 des Drey-Ecks.

Wollet ihr nun die Seite vom Quadrat haben, so eben dieses Inhalts ist, so ziehet aus dieser Summa Radicem Quadratam, giebet 6580 eine Seite des Quadrats.

Wollet ihr Diametrum Circuli suchen, so setzet 11 geben 14, was Area 43300000.

Facit

Facit 55109090. Hieraus Rad. quadratam extrahiret, folget 7424 vor den Diametrum solches halbiret, giebt den Semi-Diametrum oder Radium.

§. 207.

Die Seiten der andern Regular-Figuren nach diesem Inhalt zu erfinden, ist etwas mühsamer; Z. E. Die Seite des Fünf-Ecks zu bekommen, lasset solche für 10000 Theil gelten, da denn ein Fünf-Eck in fünf Triangel resolviret wird, und rechnet erstlich von diesen einen Triangel aus, worinnen der Angulus Centri 72 Grad, die Polygon-Winkel aber jeder 54 Grad hat; weilen nun die Seite *a b* 10000 und die Winkel bekannt seyn, so sprechet:

Ut Sinus Anguli *a c b*, 36°.	Log.	9	76922
Ad Latus Oppositum *a b* 5000.	Log.	3	69897
Ita Sinus Anguli *c b a* 54°.	Log.	9	60796
	Log.	13	30693
Ad Perpendiculum *c a*, 6882.	Log.	3	53771

Dieses Perpendiculum *b a*, 6882 mit der ½ Basi *c a*, 5000. multiplicirt, giebet Aream oder den Inhalt 34410000. des Trianguli eines Fünf-Ecks, multipliciret also solchen Inhalt mit 5, weilen 5 Triangula seyn, macht 172050000. den Inhalt des Fünf-Ecks. Nun aber solle der Inhalt nur 43300000. gleich obigem Drey-Eck halten, so setzet es in der Regul De Tri, und sprecht:

Der Inhalt des Fünf-Ecks, hat zur Seite, was hat der Inhalt des Drey-Ecks zur Seite?
172050000 10000 43300000
Facit, 2516
mit 10000 multiplicirt, als der Seite des
Fünf-Ecks, 25160000 Hieraus Radicem quadratam,
Facit, 5017 die Seite des Fünf-Ecks.

Auf diese Weise werden die andern Seiten der übrigen Regular-Figuren erfunden.

Dieses auf unserm Instrument zu erfinden, so halbiret die fordere Zahlen des Inhalts, 1720 und 433, giebt 860 und 216. Nehmet derowegen von der Linea Arithmetica directe die Seite 100. 0. stellet solche in Lineam Geometricam transversim, zwischen 86. 0. und 86. 0. und unverrückt nehmet die Weite zwischen 21. 6. und 21. 6. giebt auf der Linea Arithmetica directe 50. 2. die Seite des Fünf-Ecks.

§. 208.

Eine gegebene regulaire Figur in einen Zirkel zu verwandeln.

Das Quadrat sey *a b* Figura XX. Tabula XVII.

Nehmet eine Seite, stellet solche in Lineam Tetragonicam transversim zwischen 4 und 4, und unverrückt nehmet die Weite zwischen den Zeichen ⊙ des Zirkels, giebet dessen Semi-Diametrum, welcher mit dem Quadrat einerley Inhalt.

§. 209.

Einen gegebenen Zirkel in ein Quadrat zu verwandeln, oder in eine andere Figur.

Nehmet den Semi-Diametrum des Zirkels, stellet solchen transversim zwischen das Zei-

Zeichen des Zirkels, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 4 und 4, so das Latus vom Vier-Eck giebet, zwischen 5 und 5 aber eines Fünf-Ecks, u. s. f.

§. 210.

Eine jede regulaire Figur in eine andere zu verwandeln.

Es sey die Seite eines 4-Ecks in ein 5-Eck zu verwandeln.

Nehmet eine Seite des 4-Ecks, stellet solche transversim zwischen 4 und 4, so giebet 5 und 5 ein 5-Eck, 6 und 6 ein 6-Eck, 7 und 7 ein 7-Eck, u. s. f.

Von der Linea Subtensarum Angulorum Polygonorum.

§. 211.

Dieses ist eine Linea worinnen die Regulair-Figuren von 3-bis auf das 20-Eck, und von 20-bis 30ste Eck verfasset sind, da denn die Subtensa des 30-Ecks die ganze Länge der Lineæ auf dem Instrument 10000 Theil hält, zwischen 3 und 3 aber die Seiten jeder Figur wie auch der Radius und zugleich die Subtensa des 3-Ecks zu finden ist.

Tabula Subtensarum.

Punctum Fig.	*Subtensa*	*Fig.*	*Subtensa.*
3	5028	13	9763
4	7111	14	9803
5	8135	15	9835
6	8708	16	9862
7	9059	17	9884
8	9290	18	9902
9	9449	19	9918
10	9563	20	9931
11	9648	25	9976
12	9712	30	10000

§. 212.

Das Fundament der Tabelle.

Hierzu ist die eine Seite der Figur, die lasset vor den Radium gelten, welcher auf dieser Linea 5028 Theil hat, und zwischen 3 und 3 zu finden ist, beschreibet darmit einen Zirkel-Riß, dieser Radius giebt zugleich die Subtensam *b d* des gleichseitigen 3-Ecks, wann ihr also den Zirkel in vier Theile theilet, so ist die Subtensa *b e*, theilet ihr ihn in 5 Theile, so ist solche *b f*, u. s. f. Ist also die Subtensa des 3-Ecks *b z*, das ist, wann ihr den Zirkel in 30 Theile theilet, giebt 1 Theil 12 Grad, welches der Winkel *c a z*, der Winkel *a b z* und *a z b* aber jeder 6 Grad und der Figur-Winkel *b a z*, 168 Grad ist. Wann ihr nun den Diametrum *b c*, 20000 Theil gelten lasset, und wollet die Subtensam *b z* finden, so sprechet:

Ut Sinus totus vel Radius *b z c*, 90 Gr.	Log. 10	00000
Ad Latus oppositum *b c*, 20000 -	Log. 4	30103
Ita Sinus Anguli *b c z* 84 Gr. - -	Log. 9	99762
	Log. 14	29865
Ad Subtensam *b z*, 19890 - -	Log. 4	29865

Wollet

Wollet ihr nun, daß die Subtensa des 30-Ecks 10000 Theil halten soll, welches nach obiger Rechnung 19890 Theil hat, wie viel würde alsdenn der Semi-Diameter *ab* halten? so sprechet ferner:

Latus *bz*, 19890 giebt den Diametrum *bc*, 10000. was der Semi-Diameter *cb*, 10000. Facit *ab*, 5028. den Semi-Diameter. oder die Subtensam des 3=Ecks *bd*.

Wollet ihr die Subtensam des 4=Ecks *bc* finden, dessen Figur=Winkel *bac*, 90 Grad, das ist, wann ihr den Zirkel 360 Grad in 4 theilet, giebt 1 Theil 90 Gr. die Winkel *abe* und *aeb*, jeder 45 Gr. so sprechet:

Ut Sinus Anguli *aeb*, 45 Gr.	-	Log.	9.	84948
Ad Latus oppositum *ab*, 5028	-	Log.	3.	70139
Ita Sinus Anguli *bae*, 90 Gr.	-	Log.	10.	00000
		Log.	13.	70139
Ad Subtensam *be*, 7111	-	Log.	3.	85191

Also auch die Subtensam des 5=Ecks zu finden, so theilet den Zirkel 360 Gr. in 5 Theil, macht 1 Theil 72 Gr. den Angelum Centri *fac*, von 180 Gr. subtrahirt, Rest 108. Gr. der Figur=Winkel *baf*, und das Complement der Winkel *afb* und *abf*, jeder 36 Grad; darum sprechet:

Ut Sinus Anguli *bfa*, 36 Gr.	-	Log.	9.	76921
Ad Latus oppositum *ab*, 5028.	-	Log.	3.	70139
Ita Sinus Anguli *baf*, 108. Gr.	-	Log.	9.	97820
		Log.	13.	67959
Ad Subtensam *bf*, 8135.	-	Log.	3.	91038

Und also ferner mit allen andern Eck=Figuren. Vid. Fig. XXI.

§. 213.

Auf eine gegebene gerade Linie den Winkel einer begehrten Figur vorzustellen.

Z. E. Es werde gegeben die Linea *ab*, worauf ein Winkel eines 5=Ecks solle gestellet werden. So nehmet die Länge *ab*, machet darmit einen Bogen *bc*, und stellet solche in Lineam Subtensarum transversim zwischen 3 und 3, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 5 und 5, stellet solche in *b*; wo nun der Bogen *bc*, als hier in *c* durchschnitten wird, ziehet aus *c* nach *a* eine gerade Lineam, so ist der Winkel *cab* der Figur=Winkel eines 5=Ecks, und *bc* die Subtensa. Vide Fig. XXII.

§. 214.

An eine gerade Linie und einen darauf gegebenen Punct den Angulum Centri einer begehrten Figur zu verfertigen.

Das Fundament solcher Zubereitung ist, daß der Figur- und Centri-Winkel einer Regulair-Figur so groß sey als zwey rechte Winkel. Nun wird gegeben die Linea *ab*, und man begehret, es soll an den Punct der Angulus-Centri eines 5=Ecks gestellet werden; Erlängert demnach die Lineam *ab* mit einer blinden Linea, hernach machet mit der Länge *ab* den Zirkel=Bogen *adc*, und stellet die Länge *ab* transversim zwischen 3 und 3, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 5 und 5, giebt die Subtensam *dc*, tra=

traget solche aus *c* gegen *d*, ziehet *bd*, so giebt *abd* den Angulum Centri eines 5-Ecks. Vid. Fig. XXIII.

§. 215.

Wann ein Winkel gegeben wird, wie kann man wissen, welchem Figur-Winkel er gleich oder nahe sey?

Z. E. Hier werden gegeben die beyden Winkel *abc* und *def*. Machet mit einer beliebigen Weite die Bögen *ca* und *fd*, stellet solche genommene Weite, als den Semi-Diametrum, transversim zwischen 3 und 3, lasset das Instrument unverrückt liegen, nehmet alsdann mit dem Hand-Zirkel die Subtensam *ac*, und sehet, zwischen welchen gleichen Zahlen solche eintreffe, so findet ihr zwischen 5 und 5. Ist also *abc* ein Winkel eines 5-Ecks. Nehmet ihr aber die Subtensam *fd*, und sehet wo solche eintreffe, so findet ihr, daß sie zwischen 7 und 7 zu lang, und zwischen 8 und 8 zu kurz sey, derowegen ist der Winkel *def* grösser als ein Winkel eines 7-Ecks, und kleiner als eines 8-Ecks. Vide Fig. XXIV.

§. 216.

Wie soll auf eine gegebene gerade Linie eine begehrte Regular-Figur beschrieben werden?

Z. E. Es werde gegeben die Seite eines 5-Ecks *ab*, darauf solle ein regulair 5-Eck beschrieben werden; So nehmet die Seite *ab*, machet darmit einen Zirkel-Bogen *bc*, und stellet solche transversim zwischen 3 und 3, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 5 und 5, giebt die Subtensam *bc*. Diese Subtensam theilet in zwey gleiche Theile, dadurch ziehet aus *a* eine blinde Lineam *ad*, hernach theilet *ab* auch in zwey gleiche Theile in *e*, richtet in *e* das Perpendiculum auf, *ef*, wo nun *ad* in *f* durchschnitten wird, giebt *af* den Semi-Diametrum, beschreibet darmit den Zirkel, dessen Centrum *f* ist, traget das Latus *ab* in der Circumferenz 5 mahl herum, ziehet die Puncten zusammen, so ist die Regular-Figur fertig. Vide Fig. XXV.

§. 217.

Wie soll zu einem gegebenen Semi-Diametro die Seite und der begehrte Figur-Winkel gefunden werden?

Z. E. Es werde gegeben der Semi-Diameter *ab*, zu solchem solle die Seite eines 5-Ecks, und derselben Figur- und Center-Winkel gefunden werden; So erlängert den Semi-Diametrum *ab* in *c*, machet mit *ab* einen Zirkel-Riß, und stellet solchen transversim zwischen 3 und 3, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 5 und 5, giebt die Subtensam *cd*, ist also *bd* die Seite des 5-Ecks, *dac*, und *dbe* der Figur-Winkel, und dann *dab* der Center-Winkel eines 5-Ecks, Vid. Fig. XXVI.

§. 218.

Von der Linea Reductionis Planorum & Corporum Regularium.

Diese Linea stellet vor erstlich den Inhalt des Drey- und Vier-Ecks, wie auch des Zirkels. Zum andern, den Inhalt der 5 Corporum Regularium, und der Kugel, wie solche durcheinander können verwandelt werden. Wenn die Seite einer Fläche oder Cörpers

pers gegeben wird, so kann man dadurch alsbald die Grösse einer andern Figur von gleichem Inhalt finden.

§. 219.

Aus was Fundament wird diese Linie bereitet?

Das Fundament dieser Linie zum Triangel, Quadrat und Zirkel, ist mit der Linea Tetragonica einerley; derohalben selbige Zahlen hier behalten werden.

Bey denen 5 regulairen Körpern aber muß man erst derer Inhalt, und eine jede Seite desselben ausrechnen, und den Diameter des Globi 10000 gelten lassen. Die Ausrechnung hat die Pyramiden-Rechnung zum Fundament, dahero solche hier nicht nöthig zu zeigen.

Die Seiten eines jeden Körpers, dadurch sie gleichen Inhalt bekommen, werden also gefunden, nach der Regul de Tri:

Der Inhalt des Octaedri, hat zur Seite, was giebet der Inhalt des Tetraedri:
47150480000. 10000. 117962820000.
Facit 2502.

Mit der Seiten 10000. ihren
Quadrat 100000000 multiplicirt.
Dieses cubice extrahiret, 250200000000.
Facit 6301. die Seite des Octaedri.

Auf solche Weise werden die andern Seiten auch gefunden.

Die Seite des Cubi zu finden, darf man nur den Inhalt des Tetraedri cubice extrahiren, so bekömmt man seine Seiten 4905.

Den Diametrum Globi zu finden, so setzet:

Area Globi, hat im Diametro, was giebt Area Tetraedri?
523600000000. 10000. 117962820000.
Facit 2253.

Mit 100000000 multipliciret,
Dieses cubice extrahiret, 225300000000.
Facit 6085 Diametrum Globi.

Fig. IV. Tab. XIX. sind die Cörper aufgerissen, davon die mit *A* jede Seite 10000. die mit *B* aber die Seiten nach der Tabula Constructionis genommen seyn.

§. 220.

Wie soll ein gleichseitiger Triangel in ein Quadrat, oder in einen Zirkel verwandelt werden.

Nehmet dessen eine Seite, stellet solche auf diese Lineam transversim zwischen das Zeichen des Triangels, so geben unverrückt das Zeichen □ □ das Quadrat, und das Zeichen O O den Zirkel, und also auch umgekehrt.

§. 221.

Wie die Cörper durch einander zu verwandeln.

Solches geschiehet auf vorige Art; Wenn ihr nemlich des einen seine Seite nehmet, und transversim zwischen sein Zeichen auf die Linie setzet, so geben die Zeichen der anderen Cörper auch ihre Seiten.

Tabula pro transmutandis Corporibus.

Latus Corpor. 10000. A.	*Radius Fig.*	*Perpend. Fig.*	*Semi-Circ. Fig.*	*Area Figurae.*	*Radius Corporis.*	*Perpend. Corporis.*	*Soliditas unius Pyramidis.*	*Soliditas totius corporis.*
Tetraedr.	5773	2887	15000	43305000	6124	2043	29490705000	117962820000
Octaedr.	5773	2887	15000	43305000	7071	4083	58938105000	471504840000
Cubus.	7071	5000	20000	100000000	8660	5000	166666666667	1000000000000
Icosaedr.	5773	2887	15000	43305000	9511	7558	109099396667	2181987933340
Dodecaedr.	8507	6882	25000	172050000	14014	11134	7662418800000	7662418800000

Semi-Diamet.	*Semi-Circumf.*	*Diam.*	*Area Circ. max.*	*Circumf.*	*Area Globi Amb.*	*Sextupla Solitidas:*	*Solitidas Globi:*
Globi A. 5000.	15708	10000	78540000	31416	314160000	3141600000000	523600000000

Tabula Constructionis.

Corpora B.	Latus Tetraedri.	Octaedri.	Cubi.	Icosaedri.	Dodecaedri.	Diam. Globi.
Puncta.	10000.	6301.	4905.	3782.	2488.	6085.

Tabula Planorum.

Latus Trianguli, - -	10000.
- Quadrati, - -	6580.
- Diametr. Circuli.	7426.

Von

§. 222.

Von der Linea Corporum Sphæræ inscribendorum.

Es dienet diese Linie die 5 regulairen Cörper also zuzurichten, daß, wenn sie in eine Kugel geschlossen werden, alle Ecken die Rundung berühren, dahero ihre Seiten müssen gefunden werden. Die Tabelle wird also berechnet:

Die Seite des Tetraedri zu finden, so quadriret den Diameter der Kugel 10000. giebet 100000000. Hieraus $\frac{2}{3}$, giebet 66666666. Hieraus Radicem quadratam, kommt 8165. die Seite des Tetraedri.

Die Seite des Octaedri zu finden: Das Quadrat des Diametri halbiret, giebet 500000000. Hieraus Radicem quadratam extrahiret, kommet 7071, die Seite des Octaedri.

Die Seite des Cubi zu finden: Ziehet aus $\frac{1}{3}$ des Quadrats vom Diametro 33333333 Radicem quadratam, facit 5774.

Die Seite des Icosaedri findet also: Aus 200000000. als $\frac{1}{5}$ aus dem Quadrat des Diametri ziehet Radicem quadratam, kommet 4472. der Semi-Diameter eines 5=Ecks; Aus diesen findet ihr die Seite also: 8507. der Radius des 5=Ecks hat zur Seiten 10000, was giebet obiger gefundener Radius 4472? facit 5257.

Die Seite des Dodecaedri. Theilet die oben gefundene Seite des Cubi 5774 nach mittler und äusserster Proportion, das ist, quadriret die Seite des Cubi 5774 Fig. V. $b\,g$

Facit - - - - - - - -	33339076
giebt das Quadrat $a\,b\,g\,e$, solches mit 4 dividirt, fac. - -	8334769
so das Quadrat $a\,c$, solch Quadrat addirt, fac. - -	41673845
giebt das Quadrat $b\,c$, hieraus Radic. quadrat. extrahiret, kommt -	6456
welches die Seite $b\,c$, davon die halbe Seite des Cubi $b\,g$ oder $a\,c$, -	2887
subtrahirt, restirt $d\,a$ oder - - - - - -	3569

Die Seite des Dodecaedri. Besiehe Figura V. Tab. XIX.

§. 223.

Zu dem gegebenen Diameter der Kugel die Seiten der regulairen Cörper zu finden, so darinn können beschrieben werden.

Nehmet den Diameter, stellet ihn auf der Linie transversim auf das Zeichen der Kugel, so geben die Weiten von denen andern Zeichen ihre Seiten, und also mit denen andern.

§. 224.

Von der Linea Tangentium.

Diese Linea hat aus der Sinus-Tafel ihren Ursprung, allwo der Tangens von 45 Grad so groß ist als der Radius von 90 Grad, mit welchem ein Zirkel beschrieben, und der vierte Theil desselben in 90 Grad oder Theile getheilet wird. Wenn nun der Tangens oder die anrührende Linea $b\,k$ Figura VI. Tabula XIX. auf den Radium in b perpendiculariter gestellet, und aus a durch den abgetheilten Bogen, Linien oder die Secantes

an die Tangenten-Linie *b k* und *d l* gezogen werden, so wird solche nach dieser Tabelle getheilet seyn. Also kann man hinwiederum durch die abgetheilte Tangenten-Linie die Winkel nach Beschaffenheit aufreißen, oder einen Zirkel in seine Grade abtheilen.

Die Berechnung dieser Linie ist von neuem nicht nöthig, sondern darf nur aus denen Tabulis Tangentium nach dem Radio zu 10000 genommen und diese Linie darnach aufgetragen werden. Allhier auf dem Instrument ist sie bis auf 65 aufgetragen, wäre bis auf 45 Grad lang genug, und so weit gehet auch nur der Maaßstab, derowegen man allemahl einen ganzen nebst denen übrigen Theilen nehmen muß.

§. 225.

Von einem gegebenen Winkel die Länge des Tangenten zu erfahren, wenn der Radius 10000. genommen wird.

Der Winkel Fig. VII. *b a c* sey 40 Grad, der Radius *a b* 1000. Wie lang wird Tangens *b e* seyn?

Nehmet mit dem Hand-Zirkel den Radium *a b*, stellet solchen transversim in Lineam Arithmeticam, zwischen 100 und 100, und lasset das Instrument unverrückt, nehmet wider die Länge *b e*, und sehet zwischen welche gleiche Zahlen solche Länge eintrifft und findet 84. 0. 84. 0. Ist also der Tangens von 40 Grad 840. Oder nehmet auf dem Instrument von der Linea Tangentium 45 Grad, stellet solche in Lineam Arithmeticam transversim zwischen 100. 0. und 100. 0. lasset das Instrument unverrückt liegen, nehmet von der Tangenten-Linie 40 Grad, und sehet zwischen welche Zahlen solches eintrifft, und findet 84. 0. und 84. 0. welches Tangens von 40 Grad.

§. 226.

Die Länge der Secanten-Linie nach einem gegebenen Winkel zu finden.

Der Winkel Fig. VIII. *bac* sey 60 Grad.

Beschreibet aus *a* einen Bogen *bc*, an *b* richtet das Perpendiculum *bd* auf, verlängert *ac* in *d*, stellet die Länge *ab* in die Lineam Arithmeticam transversim zwischen 100. 0. und 100. 0. nehmet die Länge *ad* und sehet zwischen welche gleiche Zahl sie fällt, und findet 200. 0. und 200. 0. das ist der Secans des Winkels von 60. Wäre aber ein grösserer Winkel gegeben, daß der Secans über 200. 0. so messet nur die Länge *cd* und addiret solche zu 100. 0.

§. 227.

Von der Linea Cubica.

Was solche Linie sey, und wie sie zubereitet wird, ist schon im XII. Capitel gewiesen, und die Tabelle §. 79. gesetzet worden.

Die Probe, ob solche Linie recht aufgetragen.

Wenn ihr 1 nehmet mit dem Hand-Zirkel, und schlaget auf der Linie fort, und findet 8, dann 27, weiter 64, oder ihr nehmet directe 2. 3. 4. &c. und multiplicieret solche Zahlen mit 8 bey dem andern Begriff, also, 2 giebt 16, 3 giebt 24, und 4 und 32. Wenn dieses also folget, ist die Lini[e] [r]ust aufgetragen.

§. 228.

§. 228.

Radicem Cubicam zu extrahiren.

Wenn die Zahlen unter 100 sind, so erwählet eine Cubic-Zahl, die sey 64, dessen Radix 4 ist, nehmet an statt 4. 40 directe von der Linea Arithmetica, stellet solche transversim zwischen 64 und 64, lasset das Instrument unverrückt liegen, damit könnet ihr aus allen Zahlen, die 100 nicht übertreffen, die Cubic-Wurzel haben: Als aus 27 nehmet nur die Weite 27. 27 giebt directe auf der Linea Arithmetica 30, das ist 3, weil ihr 40 statt 4 genommen, so werfet ihr die Nul weg, also aus 81 nehmet die Weite aus 81 und 81, giebet directe auf der Linea Arithm. 43, das ist 4 $\frac{3}{10}$, als die Wurzel.

§. 229.

Wann die Zahlen zwischen 100 und 1000, so nehmet von der Linea Arithmetica directe 10, oder an dessen statt 100, stellet solche in Lineam cubicam transversim zwischen 100. und 100. und lasset das Instrument unverrückt liegen. Sollet ihr nun aus 729 Radicem cubicam ziehen, so nehmet die Weite zwischen 72. 9. und 72. 9. jeden Theil der Cubic-Linie vor 10 Theile gerechnet, giebet auf der Linea Arithmetica directe 90, das ist 9; weil ihr directe 100 genommen, so schneidet ihr die 0 ab.

§. 230.

Wenn die Zahlen zwischen 1000 und 100000, daß 3 Zahlen zur Wurzel kommen, so brauchet wieder 40 von der Linea Arithmetica directe genommen, und zwischen 64. und 64. transversim auf die Cubic-Linie gestellet, als: Man soll aus 74088. Radicem cubicam extrahiren, so nehmet unverrückt die Weite zwischen 74. 1. und 74. 1. die letztern Zahlen werden verkürzt, so findet ihr in Linea Arithmetica directe 42. die Wurzel.

§. 231.

Die Proportion zwischen zwey gleich-förmigen Cörpern zu finden, als zwischen zwey Kugeln.

Nehmet den Diametrum der größten, stellet solchen in der Cubic-Linie transversim zwischen 100. und 100. als einer beliebigen Zahl, lasset das Instrument unverrückt, und nehmet auch den Diametrum der andern Kugel, und suchet, zwischen welche gleiche Zahl es eintrifft, und findet 25. 25, verhalten sich also beyde Kugeln wie 100 gegen 25, oder 4 gegen 1.

Wenn ungleiche Cörper vorhanden, als ein Cubus und Globus, so verwandelt erstlich den Cubum in einen Globum, und operiret, wie vor.

§. 232.

Wie einerley Cörper zu addiren.

Als: 3 Cubi, so am Inhalt 27. 64. 125, diese addiret zusammen, giebet 216, weil aber die Zahl nicht auf der Linie, so dividiret es beliebig, als hier mit 4, giebet 54, von denen Cörpern nehmet die Seite 64, dividiret solche mit 4, giebet 16, stellet solche Seite in die Cubic-Linie transversim zwischen 16 und 16, und nehmet unverrückt die Weite zwischen 54. und 54. giebet die Seite des neuen Cubi.

§. 233.

Gleichförmige Cörper zu subtrahiren.

Es sey die Seite eines Cubi 12, und die Seite eines andern Cubi 27, welche sollen

subtrahiret werden. Nehmet derowegen die Seite 27, stellet solche in Lineam cubicam transversim zwischen 27 und 27, unverrückt nehmet die Weite zwischen 15 und 15, giebt und restiret die Seite 15, so auf der Linea cubica muß gemessen werden.

§. 234.

Gleichförmige Cörper zu multipliciren.

Als: das Parallelepipedum Fig. IX. soll 4 mahl vergrössert werden:

Nehmet dessen Seite *ab*, stellet solche in Lineam cubicam transversim zwischen 10 und 10, als einer beliebigen Zahl, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 40 und 40, giebet die Seiten *ae*. Ferner nehmet die Seite *bc*, stellet solche wieder zwischen 10 und 10, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 40 und 40, giebet die Seiten *ef*. Endlich nehmet die Höhe *bd*, stellet solche zwischen 1 und 1, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 4 und 4, giebt die Höhe *eg*. Ist also das Parallelepipedum *B* 4 mahl grösser an Inhalt als *A*.

§. 235.

Gleichförmige Cörper zu verkleinern.

Es werde gegeben der Semi-Diameter einer Kugel, solche um $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, und $\frac{1}{4}$ mahl kleiner zu machen; Nehmet solchen Semi-Diametrum, stellet solchen in die Cubic-Linie transversim zwischen 4 und 4, und unverrückt nehmet die Weite zwischen 3 und 3, 2 und 2, 1 und 1, so habet ihr die Semi-Diametros der kleinen Kugel.

§. 236.

Den Inhalt einer Pyramidis zu finden.

Messet erstlich die Basin mit einem Maaßstab, und findet 4, und dessen Perpendicular Linie 3 Fuß, solche mit der $\frac{1}{2}$ Basi multipliciret, giebet 6 Quadrat-Schuh den Inhalt der Basis. Ferner messet das Perpendiculum oder die Höhe des Pyramidis, findet 9, daraus $\frac{1}{3}$, giebt 3, mit dem Inhalt 6 multipliciret, macht 18 cubische Fuß, vor den ganzen Inhalt des Pyramidis.

§. 237.

Eine Kugel in einen Cylinder zu verwandeln.

Nehmet den Diameter der Kugel, und traget solchen in der Cubic-Linie transversim zwischen 30 und 30, nehmet unverrückt die Weite 20 und 20, giebet die Höhe und Dicke des Cylinders.

§. 238.

Wie ein Kugel-Maaß zu Kugeln vor einen Constabler zu machen?

Nehmet eine Kugel, die ein richtiges Gewicht hat, sie sey von Bley, oder was anders, und setzet deren Diametrum zwischen die beyden gleichen Zahlen transversim auf der Cubic-Linie, als: die Kugel sey drey Pfund schwehr, so geschiehet es zwischen 3. 3. die anderen Zahlen alle geben die übrigen Puncte von 1 bis auf 100, oder so lang die Linie ist.

Je grösser und schwehrer die Kugel ist, je richtiger wird euer Maaßstab, als: eine 25-pfündige setzet in 25 und 25, so geben die Zahlen unten und oben die übrigen Theile.

§. 239.

Die Loth werden also aufgetragen.

Nehmet den Diameter von einem Pfund, und setzet solchen zwischen 32, so geben die

die darunter stehen von 32. bis 1. die Lothe. Wollte ich ein Loth in 16 theilen, so setze ich den Diameter eines Loths zwischen 16 und 16, u. s. f.

Wie die Visier-Ruthe aus dieser Linie zu machen, wird unten gewiesen werden.

§. 240.

Von der Linea Chordarum.

Was solche ist, wie sie aufgetragen wird und, die Tabula hierzu, ist schon oben im XII. Capitel §. 112. & seqq. angeführet worden. Derowegen hier nur einige Exempel zum Proportional-Zirkel sollen beygesetzt werden.

§. 241.

Durch Hülfe dieser Linie die Circumferenz eines Zirkels zu theilen.

Wenn ihr die Weite zwischen 60 und 60 nehmet, und damit einen Zirkel ziehet, so geben alle die übrigen Zahlen die Weite von so viel Graden. Als 10 und 10 giebt die Distanz von 10 Grad, 23 und 23 von 23 Grad, u. s. f.

§. 242.

Einen Winkel von gewissen Graden zu machen, als 51.

Nehmet eine beliebige Distanz zwischen 60 und 60, machet mit solcher auf einer Linie einen Bogen *bc* aus *a*, nehmet vom unverrückten Instrument 51 und 51, setzet den Zirkel von *b* in *c*, ziehet aus *a* in *c* eine Linie, so habt ihr einen Winkel von 51 Grad.

Wollet ihr die Weite eines Winkels oder Bogens wissen, als hier Figura X. *cb*, so nehmet mit dem Zirkel den Radium *ba*, setzet solche Weite in der Linea Chordarum zwischen 60 und 60, und dann nehmet unverrückt die Weite oder Chordam *cb*, traget solche zwischen zwey gleiche Zahlen, so findet ihr 20 und 20, und so viel Grad hält der Bogen *cb*.

Dienet also diese Linea statt eines Transporteurs.

Wie Sinus, Tangens, Secans, Winkel und Seiten zu finden, solches hier zu zeigen leidet der Raum nicht, und ist solches beym Scheffelt zu sehen von pag. 87. bis 98.

§. 243.

Von der Linea Circuli Dividendi.

Diese Linie dienet die Circumferenz des Zirkels zu theilen, die Seiten der regulairen Figuren von 3- bis 30-Eck darein zu stellen, und ist solches auch mit der Chorden-Linie zu verrichten, wenn man nemlich die 360 Grad durch 3. 4. 5. 6. u. s. f. dividiret, und so viel Grad, als auf einen Theil kommen, von der Chorda Linien nimmt; Als, ihr theilet 360 Grad in 6 Theil, bekommet 60, wenn ihr nun 60 Theil auf der Linie nehmet, werdet ihr damit den Zirkel in 6 Theil theilen, also den Zirkel in 8 Theil zertheilet, so dividiret 360 mit 8, giebt 45 Grad. u. s. f.

§. 244.

Hier geschiehet es auf eine andere Art, doch mit eben der Tabelle damit die Linea Chordarum aufgetragen wird. Denn die Seiten der Regular-Figuren sind nichts anders als die Chorden-Bögen oder Winkel, die eine jede Figur machet.

Als ein 3-Eck in einem Zirkel machet einen Winkel von 120 Grad, dann 360 in 3 giebt 120, dessen Chorda ist 8660. Nun aber hat die ganze Länge der Linie, als die Seite des 3-Ecks 10000, und wollte die Circumferenz des Zirkels 360 Grad in 4 Theilen, giebt ein Theil 90 Grad, dessen Chorda 7071 ist, so spreche ich 8660 als Chorda von 120 Grad, hat an der Länge der Seiten des 3-Ecks auf dem Instrument 10000, was giebet 7071 die Chorda von 90 Grad, als die Seite des 4-Ecks, Facit 8166. Und auf solche Weise werden auch die andern berechnet.

§. 245.

Tabula pro Constructione Lineæ Circuli dividendi.

Puncta.	*Partes.*	*Puncta.*	*Partes.*
3	10000	17	2122
4	8166	18	2005
5	6788	19	1901
6	5774	20	1807
7	5010	21	1720
8	4419	22	1643
9	3950	23	1572
10	3569	24	1507
11	3253	25	1447
12	2990	26	1392
13	2764	27	1341
14	2570	28	1293
15	2401	29	1249
16	2253	30	1207

Der Gebrauch ist dieser:

Die Circumferenz eines Zirkels in begehrte Theile zu theilen.

Nehmet den Radium des Zirkels, stellet solchen auf dieser Linie zwischen 6 und 6; Soll nun der Zirkel in 4 Theile getheilet werden, so nehmet ihr die Weite unverrückt zwischen 4 und 4, und traget solche auf den Zirkel; sollen es 7 Theile seyn, so nehmet ihr die Weite zwischen 7 und 7. u. s. f.

§. 246.

Von der Linea rectæ dividendæ.

Solche Linie aufzutragen, ist nöthig, daß die 10000 Theile eines Maaßstabes so vielmahl als Zahlen auf der Linie sind, oder mit den Zahlen, die ihr verlanget, dividiret werden, als zu zwey Theilen: theilet 10000 mit 2, giebet 5000, zu dreyen: mit 3 giebet 3333, zu vieren: mit 4 giebet 2500.

§. 247.

Der Punct Media & Extrema Rat. Secans wird also gerechnet:

Nehmet das Quadrat der ganzen Linie 100000000. wie auch das Quadrat der halben Linie 25000000. und addiret solche, giebet 125000000. Hieraus Radicem quadratam extrahiret, giebet 11180, davon subtrahiret die halbe Linie 5000, restiret 6180, und so viel Theile hat dieser Punct von der ganzen Linie.

§. 248.

§. 248.

Tabula pro Dividenda Linea Recta 1000. Particularum.

Punct.	Part.	Punct.	Part.	Punct.	Part.
Med. & Extr.	6180	5	2000	9	1111
2	5000	6	1666	10	1000
3	3333	7	1428	11	909
4	2500	8	1250	12	833
				Diam.	3182

Durch diese Linie kann man eine andere gerade Linie nach Begehren theilen, und erkundigen, das wie vielste Theil eine gegebene Linie einer andern sey, auch die Theile einer begehrten Linie durch eine andere Linie vorzustellen, desgleichen eine Linie nach äusserster und mittelster Proportion zu theilen, und endlich einen Isoscelum, da die beyden Winkel auf einer Basi, jeder doppelt so groß, als der obere, wie auch ein Regular 5= oder 10= Eck in einem Zirkel zu beschreiben. Ferner dienet sie auch, wenn der Diameter eines Zirkels gegeben wird, die Länge der Circumferenz zu finden, solcher verhält sich wie 7 zu 22, oder wie 3182 zu 10000.

§. 249.

Eine Linie zu theilen.

Nehmet die ganze Linie mit dem Zirkel, und traget solche transversim zwischen 1. und 1; Nehmet ihr nun unverrückt die Weite zwischen 2 und 2, ist es 2 Theile, zwischen 3 und 3, 3 Theile, u. s. f.

§. 250.

Eine Linie nach äusserster und mittler Proportion zu theilen.

Stellet die Linie transversim zwischen 1 und 1, und unverrückt nehmet die Weite zwischen denen Puncten Extr. ac Med. giebt das verlangte.

§. 251.

Die Circumferenz zu finden.

Nehmet den Diametrum, stellet solchen zwischen die zwey Puncte mit Diam. notiret, so wird die Weite zwischen denen Puncten Circumf. die äusserste Weite oder Circumferenz geben. Soll der Diameter gefunden werden, kehret man es um.

§. 252.

Von der Linea Fortificatoria.

Diese Linie wird auch zugleich mit auf diesen Zirkel gebracht; alleine weil künftig in Theatro von den Instrumenten zur Fortification ein besonderer Proportional-Zirkel kommen, und alles weitläuftiger tractiret werden soll, so will hier weiter nichts als nur die Tabelle setzen.

§. 253.

Tabula Lineæ Fortificatoriæ.

Punct.	Part.	Punct.	Part.	Punct.	Part.
1	517⅓	5	4403	9	7567
2	1035⅓	6	5176	10	8376
3	1552⅔	7	5965	11	9187
4	3660	8	6763	12	10000

§. 254.

§. 254.

Von der Linea Metallica.

Das Fundament zu solcher Abtheilung kommet bloß aus dem Experiment und der Erfahrung, da man die reinen Metalle nach gewisser und einerley Grösse genau auswieget, und deren Diameter suchet, und nach einem kleinen Maaßstab aufträget. Es ist aber zu wissen, daß man solches unmöglich scharf haben kann, weil die Metalle selten rein, einerley Metall in einem Klumpen öfters compacter als in dem andern von gleicher Grösse, der Diameter einer Figur auch nicht so genau kann observiret werden. Wer eine weitläuftigere Nachricht davon verlanget, und wie solche Proben heut zu Tage noch schärfer als des Archimedis können gemachet werden, der schlage meine Hydrostatic nach, da er gar vieles finden wird. Die Tabelle aber, wie sie bishero zum Proportional-Zirkel gebrauchet worden, ist diese:.

§. 255.

Tabula Metallica.

Metallum.	Partes.	Metallum.	Partes.
Lp. *Marmor*-Stein. = =	150.	♁ *Cuprum*, Kupfer. = =	94.
♂ *Ferrum*, Eisen. = =	100.	☾ *Argentum*, Silber. = =	90⅔.
Zv. *Stannum Vulg.* Gemein Zinn. =	99½.	♄ *Plumbum*, Bley. = =	86.
ZA. *Stannum Angl.* Engl. Zinn. =	67½.	☿ *Hydrargyrum*, Quecksilber. =	78½.
♀ *Aes*, Glockenspeiß. = =	97.	⊙ *Aurum*, Gold. = =	74⅓.

Das XVII. Capitel.

Vom Proportional-Zirkel mit vier Spitzen des Justi Byrgii.

§. 256.

Dieser Proportional-Zirkel, den wir hier Figura I. Tabula XVI. vorstellen, ist die erste Geburt und Invention von dieser Gattung, so ans Licht kommen, denn die vorhergehenden mit 2 Linealen sind nach dem erstlich durch den Galilæum erfunden worden, dieser aber im Anfang, und wohl noch viele Jahre vor dem Anfange des XVI. Seculi, von Justo Byrgio, einem berühmten und hocherfahrnen Mechanico und Mathematico des Landgrafen Wilhelms zu Hessen-Cassel, der sich in Astronomicis ungemeine Mühe gegeben. Gedachter Byrgius hat zwar das Instrument erfunden, gemachet und verkaufen lassen, aber keine Beschreibung davon herausgegeben, bis Levinus Hulsius solches 1603. gethan, und weil Hulsius nur den Gebrauch gezeiget, so hat alsdenn Philippus Horcher, ein Doctor Medicinæ, nach ihm auch eine völlige, und also die allererste Anleitung, aus was vor Fundament dieser Zirkel zu machen und zu gebrauchen, zu Mäynz 1605. ans Licht kommen lassen, weil ihm das Instrument, so ihm ungefehr zu Handen kommen, so wohl gefallen. Wer aber der Inventor sey, gedenket er nicht; saget aber auf dem Titel, daß eine solche Nachricht lange Zeit her sey gewünschet worden: sonsten bestehet der Tractat aus 7 Bogen in 4to, mit eingedruckten Holz-Schnitten

§. 257.

§. 257.

Von der Fabric dieses Zirkels.

Diese ist viel schwerer und mühsamer als bey des Galilæi Instrument, kann auch ehe Schaden leiden und falsch werden, dahero es nicht von Holz zu machen, es sollte denn gar groß seyn; oder man wollte es nur um die Linie zu theilen oder zum Abtragen haben. Ist also am besten von Meßing, und mit Stählernen guten Spitzen, die sich nicht so gleich biegen; denn so bald eine Spitze verbogen, so ist es damit geschehen, und das ganze Instrument unbrauchbar.

Es bestehet aber das Instrument aus zweyen Schenkeln, die aus der Figur auf der XVI. Platte Figura 1. & seqq. besser können erkannt als beschrieben werden. Es sind solche zwey Stäbe oder Schenkel unten und oben mit Spitzen versehen, als wie man an einem Zirkel findet, und haben solche Stäbe bey *A* Figura I. ein Charnier, das aus zweyen Stücken bestehet, wie Figura III. bey *B* und *C* zu sehen, und solche sind vermittelst eines eisernen Stifts *D* mit einem Gewinde und Mutter *E* aneinander befestiget, doch so, daß sie sich aufeinander drehen und wenden lassen; wie solche mit der Schraube aufeinander stehen, zeiget in Profil die Figur *A*. An der Schraube *D* ist bey *a* ein kleiner Ansatz oder Lappen, damit sich der Stift zwar in der Platte *B* willig, aber in der obern *C* gar nicht drehen kann, dahero auch in der obern Platte *C* eine kleine Kerbe bey *c* gemachet ist; in dieser Hülse, oder zwischen diesen beyden Platten, stecken die zwey Schenkel in beyden Löchern *bd* Figura *A*, welche in der Mitte bey *ef* und *gh* ausgenommen, oder durchbrochen, daß die Schraube oder Stift als Centrum darzwischen Raum hat: Die zwey oder vielmehr vier Stäbe nun, so durch solche Hülse gehen, müssen über alle maßen accurat von einerley Dicke und Breite seyn, daß sie aller Orten willig gehen, und doch nicht schluttern oder Raum übrig haben, müssen auch in ganz gerader Linie seyn, und zwar, daß derer Mitte oder vielmehr der Stift mit seinem Centro auf das Haar-scharffste mit denen vier Spitzen allezeit in gerader Linie bleibet, wie solches mit einer punctirten Linie angemerket ist, dahero die Spitzen unten und oben accurat zusammen schliessen, und in der Mitte stehen müssen.

§. 258.

Wie die Enden und Spitzen ausgearbeitet werden, daß sie accurat als ein Zirkel miteinander schliessen und in die Mitte kommen, zeiget die V. Figur gar deutlich: Bey *m* ist ein Stift, damit sich solche, wenn man die Hülse fortschiebet, nicht verrücken können. Denn allemahl, wenn der Zirkel nach einer gewissen Linie und Proportion soll gestellet werden, muß er ganz zu seyn. Bey der Hülse *A* ist noch zu merken: daß die zwey äussersten Seiten, wie auch das mittelste Theil einander nicht gänzlich berühren müssen, damit man die beyden Schenkel feste aufeinander schrauben kann.

§. 259.

Wie der Zirkel auf der Seite stehet, zeiget Figura II. nebst zwey Linien. Zu erfahren ob der Zirkel richtig, thut also: Stellet den Zirkel, daß ihr wirklich das Mittel habet, wie Figura VII. weiset, machet solchen erstlich nur etwa $\frac{1}{2}$ Zoll weit auf, und probiret, ob beyde Seiten gleich weit, hernach machet ihn 3 Zoll, weiter 6 Zoll, ferner 12 Zoll, u. s. f. auf, und probiret allemahl beyde Seiten, ob beyde Seiten gleich weit offen; weiter richtet den Zirkel, daß ohngefehr eine Seite 4 oder 5, und die andere 1 Theil hat, und probiret es wieder durch kurze und lange Linien, befindet ihr es durch alle Casus richtig, so könnet ihr alsdenn zur Theilung schreiten.

§. 260.

Die Linien, so insgemein hierauf getragen werden, sind:

1. Die Austheilung einer geraden Linie.
2. Die Abtheilung der Zirkel-Linie.
3. Die Abtheilung aller Grade in Quadranten.
4. Die Flächen zu multipliciren und dividiren.
5. Die Cörper zu vergrössern und zu verkleinern.
6. Die Proportion von der Peripherie und Diametro des Zirkels.
7. Die Metall-Linie.
8. Die Verwandlung der 5 regulairen Cörper.

§. 261.

Wie diese Linien zu finden und abzutheilen.

Es geschiehet solches ebenfalls durch einen in 1000 oder 500 Theile getheilten Maaßstab, und darzu gerechnete Tabellen: es müssen aber die Tabellen anders gerechnet werden als die, so bey dem ordentlichen Proportional-Zirkel gebräuchlich. Die Länge der Linie oder des Maaßstabes muß accurat die Länge des ganzen Zirkels Figura II. haben, von *D* bis *C*, und solche sey hier Figura VI. die Linie von *A* bis *B*, so *C D* gleich; theilet diese Linie bey *G* in zwey gleich lange Theile, und einen von diesen in 500, ist *D E*. Und hierdurch werden die Theile vermittelst der Tabellen aufgetragen.

§. 262.

Die Abtheilung der ersten Linie. Linea rectam dividendi.

Wenn die Linea *ab* so lang seyn soll als *cd* Figura VII. so wird der Schenkel *an* so lang als *nd*, und *bn* so lang als *nc*, in Summa einer so lang seyn von *n* oder dem Centro an, als der andere, und also daselbst die Helfte, derohalben so theilet eure ganze Länge *AB* von 1000 Theil in zwey Theile, sind 500. Weiter, wenn ihr Figura I. mit den langen Spitzen wollet zwey und mit den kurzen einen Theil nehmen, so werden die Schenkel *o* und *p* bis *A* 2 Theil und *q r* einen Theil lang seyn; also wenn die ganze Länge der Linie oder des Zirkels, oder auch die Linie *o p* 1000, so wird die Länge *q A* oder *r A* oder die Weite *q r* gegen *o p* 333⅓ seyn; denn 1000 durch 3 dividiret, giebet diese Zahl, solche subtrahiret von der ganzen Länge 1000, bleiben 667, als die Länge *o A*, hievon ziehet wieder die halbe Länge des ganzen Schenkels 500, bleiben 167, und dieses setzet vor den andern Punct in die Tafel, und auf solche Art verfahret mit allen Theilen.

Die erste Tafel.

Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.
1	0	5	333	9	400	13	429	17	444
2	167	6	357	10	409	14	433	18	447
3	250	7	375	11	417	15	437	19	450
4	300	8	389	12	424	16	441	20	452

§. 263.

Die II Linie, oder Linea Circulum dividendi.

Hierzu brauchet man die Tafel die wir vorhero bey dem Proportional-Zirkel zu dieser Linie gebrauchet haben, doch daß man also verfähret: Ihr wollet den 12 Theil des Zirkels haben, so findet ihr in der Tafel 518 Theil des ganzen Diametri, addiret zu diesen 518 den

den Semi-Diametrum 1000, kommen 1518. Sprecht ferner: Wie sich verhält die Summa 1518 gegen 1000 den Semi-Diameter, also 100 gegen 659. Und nachdem die Abtheilung hier von der Mitte sich anfänget, werden 500 subtrahiret, bleiben 159 Theil vor den 12ten Punct. Item, der 40 Punct hat in der ordinairen Tafel 157 Theil addiret darzu 1000, thut 1157, setzet wie 1157 gegen 1000 also 100 gegen 864, ziehet 500 ab, restiren 364 vor den 40 Punct, u. s. f. mit andern.

Die andere Tafel.

Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.
6	0	18	242	30	327	42	370	54	396	66	413
7	35	19	252	31	332	43	373	55	398	67	414
8	66	20	262	32	336	44	375	56	399	68	416
9	94	21	270	33	340	45	378	57	401	69	417
10	118	22	279	34	345	46	380	58	403	70	418
11	140	23	286	35	348	47	382	59	404	75	423
12	159	24	293	36	352	48	384	60	405	80	427
13	177	25	300	37	355	49	386	61	407	85	431
14	192	26	306	38	358	50	388	62	408	90	435
15	206	27	312	39	361	51	390	63	409	95	438
16	219	28	317	40	364	52	392	64	410	100	441
17	231	29	322	41	367	53	394	65	412		

§. 264.

Die III. Linie, Linea Graduum Quadrantis.

Wenn ihr statt der Zirkel-Linie die Grade des Quadranten aufzeichnen wollet, verfahret also: Nehmet auf der Tafel beym ordinairen Proportional-Zirkel von der Linea Quadrantis einen Punct nach dem andern, und thut allemahl 1000 darzu, welches in der Regul de Tri der erste Satz, 1000 als Semi-Diameter der andere, und der dritte auch 1000, als: der 40 Grad hat 684 Theile, thut darzu 1000, kommen 1684 vor die erste Zahl, setzet 1684 gegen 1000, was 1000? Facit, 594. davon 500 subtrahiret, restiren 94 vor den 40 Grad, u. s. f. mit andern.

Die Dritte Tafel.

Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.
1	483	16	282	31	151	46	61	61	4	76	52
2	466	17	271	32	145	47	56	62	8	77	55
3	450	18	261	33	138	48	51	63	11	78	57
4	435	19	251	34	131	49	47	64	15	79	60
5	419	20	243	35	125	50	42	65	18	80	63
6	405	21	233	36	118	51	38	66	21	81	65
7	391	22	222	37	112	52	33	67	25	82	67
8	377	23	213	38	106	53	29	68	27	83	69
9	362	24	206	39	100	54	24	69	31	84	72
10	352	25	198	40	94	55	20	70	35	85	75
11	339	26	190	41	88	56	16	71	38	86	77
12	327	27	182	42	82	57	12	72	41	87	80
13	316	28	174	43	77	58	8	73	44	88	82
14	304	29	166	44	72	59	4	74	46	89	84
15	293	30	158	45	67	60	0	75	49	90	86

§. 265.

§. 265.

Die IV. Linie, Proportio homologorum planorum.

Hierzu gehöret die Tabula von der Linea geometrica beym ordinairen Zirkel, und wird alſo verfahren: wie ſich verhält Diameter Circuli 2000 gegen 1000, alſo 1000 gegen den erſten Punct 500, facit 500, ſubtrahiret von 500, reſt. 0. Beym Punct 2 findet ihr 141 oder 1414, addiret hierzu 1000, kommen 2414, wie nun 2414 gegen 1000, alſo 1000 gegen 414, ſubtrahiret von 500, reſt. 86. als der andere Punct, u. ſ. f.

Die vierte Tafel.

Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.
1	0	14	289	27	339	40	363	53	379	66	390
2	86	15	294	28	341	41	365	54	380	67	391
3	134	16	300	29	343	42	366	55	381	68	392
4	167	17	305	30	345	43	368	56	382	69	392
5	191	18	309	31	348	44	369	57	383	70	393
6	211	19	313	32	350	45	370	58	384	75	396
7	226	20	317	33	352	46	371	59	385	80	399
8	239	21	321	34	354	47	372	60	386	85	402
9	250	22	323	35	355	48	373	61	387	90	405
10	259	23	327	36	357	49	375	62	387	95	407
11	268	24	330	37	359	50	376	63	388	100	409
12	276	25	333	38	360	51	377	64	389		
13	283	26	336	39	362	52	378	65	389		

§. 266.

Die V. Linie, Proportio homologorum Corporum.

Dieſe Tafel wird eben auf vorige Weiſe aus der Linea Stereometrica berechnet, und zwar, wie ſie Hartmann Beyer oder Enoch Meyer hat.

Die fünfte Tafel.

Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.	Punct.	Theil.
1	0	14	207	27	250	40	274	53	290	66	301
2	57	15	212	28	252	41	275	54	291	67	302
3	90	16	216	29	254	42	277	55	292	68	303
4	114	17	220	30	256	43	278	56	293	69	304
5	131	18	223	31	258	44	279	57	294	70	305
6	145	19	227	32	260	45	280	58	295	75	308
7	157	20	230	33	262	46	282	59	295	80	311
8	167	21	234	34	264	47	283	60	296	85	314
9	176	22	237	35	266	48	284	61	297	90	317
10	183	23	240	36	268	49	285	62	298	95	320
11	186	24	242	37	269	50	286	63	299	100	322
12	196	25	245	38	271	51	288	64	300		
13	202	26	248	39	272	52	289	65	301		

§. 267.

Die VI. Linie, Proportio Diametri ad Circumferentiam.

Addi-

Addiret 7 zu 22, kommen 29, setzet, 29 geben 7, was 1000? Facit 214, von 500, abgezogen, rest. 286. als den Punct auf der sechsten Linie.

§. 268.

Die VIII. Linie. Reductio Planorum.

Eben auf solche Weise kommet

Die siebende Tafel.

△ □ 103. △ ○ 75. ○ □ 30.

§. 269.

Die VIII. Linie. Reductio Corporum.

Diese wird ebenfalls aus der Tafel des ordinairen Zirkels gemachet, auf vorhergehende Art, und entstehet

Die achte Tafel.

Cubus und	Pyramis - -	171
	Dodecaëdrum -	164
	Globus - -	53
	Octoëdrum -	61
	Icosaëdrum -	56

Wie solche Linien auf den Zirkel aufzutragen.

§. 270.

Die erste, als Lineam rectam dividendi, aufzutragen.

Wenn ihr eure ganze Länge des Zirkels *C D* oder *A B* in der Mitte getheilet, und diese Helfte in 500 Theile, wie *D E*, getheilet, so nehmet die Tafel zur Hand, und da findet ihr bey Eins eine Null, also ist der erste Theil die Mitte des Zirkels. Bey 2 findet ihr 167, dieses nehmet ihr von Maaßstab *D E*, und traget es auf den Zirkel, oder erst auf eine Linie, wie hier die Linie *H G* Figura VI. ist *G* bis 2. Zum dritten Punct findet ihr die Zahl 250, diese wieder von Maaßstab genommen, und auf eben die Linie getragen, giebt *G*. 3. Der vierte Punct ist 300, solche gleichfalls also aufgetragen, und so fort mit allen Zahlen. Also auch auf der andern Linie auf der andern Tafel, findet ihr zum ersten Punct oder Anfang bey 6. 0. bey dem siebenden 35, bey dem dritten oder achten 66, u. s. f. diese traget ihr ebenfalls von Maaßstab auf die Linie, wie es hier auf der Linie *H* mit etlichen Zahlen geschehen, und also durchgehends.

§. 271.

Der Anfang jeder Linie sollte dem Centro gleich stehen, als wie die Linie *e f*, Figura VII. weiset; alleine es ist der Schieber darüber, und bedecket allezeit solchen Ort, dahero muß der Anfang um so viel, als der Schieber bedecket, weiter herunter gerücket werden, als Figura II. sollten die beyden Linien sich bey *a* anfangen, alleine sie fangen sich erst bey *b* an, und zwar so weit tiefer herunter, als der Schieber *A* über das Centrum herunter gehet, nemlich von *c* bis *d*, von diesem Punct *b* nun fanget ihr an eure Linien auf den Zirkel zu ziehen, und auch aufzutragen, wie ihr hier die zwey Linien mit ihrer Beyschrift sehet aufgetragen; und also kann es auch auf den 6 andern Flächen mit den übrigen Linien geschehen.

§. 272.

Wie das Centrum oder die Anfangs-Linie recht zu finden ist?

Suchet erstlich ohngefehr das Mittel, und dieses so lange bis ihr auf beyden Seiten der Spitzen allemahl einerley Weite findet, wenn solches geschehen ist, so machet unten an der Hülse, wo sie dünne oder scharf ist, eine Linie, wird hier seyn die Linie *b*, von da ihr eure Theilung anfanget.

Figura VII. giebet ein Theil. Figura I. zwey Theil. Figura VIII. drey Theil.

§. 273.

Von dem Nutzen und Gebrauch dieses Proportional-Zirkels.

Eine gerade Linie in verlangte Theile zu theilen.

Hierzu findet ihr auf dem Instrument die Lineam Rectam dividendi; soll die Linie in zwey Theile getheilet werden, so machet den Zirkel ganz zu, und schiebet den Schieber auf den Punct 2 dieser Linie, ist bey *d* Figura II. Sollet ihr nun die Linie *o p* in 2 theilen, so setzet die langen Spitzen auf die äussersten Enden der Linie, so geben die kurzen Spitzen *q r* die Helfte. Item, soll die Linie in 3 Theil getheilet werden, so schiebet den Schieber auf die Zahl 3, so stehet der Zirkel wie Figura VIII. weiset; denn wenn die Linie *l m* mit dem Zirkel gefasset wird, so giebet er oben zwischen *i k* die Weite von $\frac{1}{3}$ der Linie *l m*, und also im übrigen.

Gebrauch dieser Linie.

Diese Linie dienet sehr wohl einen Riß oder Figur kleiner oder grösser aufzutragen, da man mit dem einen Ende die Theile von der Figur nimmet, und mit dem andern den neuen aufträget, grösser oder kleiner, wie mans verlanget. Und dieses ist, meines Erachtens, das vornehmste Stück, warum dieser Zirkel heute zu Tage noch in Consideration zu ziehen ist; denn die Operationes mit denen andern Linien kann man auf den andern Zirkeln bequemer haben. Weil aber, wie in vorhergehenden schon erwehnet, dieser Zirkel, darauf gedachte Linie getragen werden soll, durch einen kleinen Zufall, so gar leichte unrichtig werden kann, so ist an dessen statt denjenigen Handwerkern, und andern, die mit accurater Eintheilung der Linien ofte zu thun haben, weit zuträglicher, so sie sich einzeler nach gewisser Proportion abgetheilter vier-spitziger Zirkel, und zwar von Eisen, bedienen, und können sie mit vier von dergleichen Art, als mit einem, der oben durch die kurzen Spitzen $\frac{1}{2}$, einen der $\frac{1}{3}$, noch einen der $\frac{1}{5}$, und endlich einen der $\frac{1}{7}$ Theil der untern großen Oeffnung hält und richtig angiebet, zur Noth alle ihnen vorkommende gerade Linien in jede verlangte Theile bringen. Z. E.

Eine Linie in gerade Theile zu theilen.

als in 20.

Fasset die Linie mit dem Zirkel von $\frac{1}{2}$, so geben die kurzen Spitzen 10, von diesen 20, diese 10 fasset wieder mit eben dem Zirkel von $\frac{1}{2}$, so habt ihr die Länge von 5 gleichen Theilen, diese nehmet mit dem Zirkel von $\frac{1}{5}$, so geben dessen kurze Spitzen den 20sten Theil, darein die Linie getheilet werden sollte. Eine Linie in ungerade Theile zu theilen, ist eben so leichte, wenn sie durch gegenwärtige Zahlen, 3, 5, 7, sich aufheben lässet, als: 21 gleiche Theile auf eine vorgegebene Linie zu tragen, verfahret also: Fasset die ganze Linie mit dem Zirkel

ckel von $\frac{1}{3}$, so könnet ihr durch die Oeffnung von den kurzen Spitzen die Linie in drey gleiche Theile theilen; weil nun 3 mahl 7 so viel als 21, so fasset einen Drittel der vorgegebenen Linie mit dem Zirkel von $\frac{1}{7}$, so geben dessen kurze Spitzen den siebenden Theil von einem Drittel, und folglich den 21 von der ganzen Linie; wäre es aber, daß keine von den obigen gedachten Zahlen die gegebene Zahl der gleichen Theile, darein die Linie zu theilen, aufheben würde, müßte durch Versuchen solches auf folgende Art geschehen, als eine Linie in 19 Theile zu theilen: Schneidet erst ein Stück von der gegebenen Linie ab, als ihr nach euren Augen-Maaß vermeynet, daß es der 19 Theil von derselben seyn könnte, das übrige Stück fasset mit dem Zirkel von $\frac{1}{2}$ Theil, diesen halben Theil nehmet wieder mit dem Zirkel von $\frac{1}{3}$, und einen solchen $\frac{1}{3}$ nochmahlen mit eben dem letzten Zirkel, weil 3 mahl 3. 9 ist, und 2 mahl 9. 18, sehet hierauf, ob dieser letzte $\frac{1}{3}$ oder achtzehender Theil mit dem anfangs abgeschnittenen Stücke eine Länge habe, ist es nicht, müsset ihr dieses 19 Theilgen nach Beschaffenheit etwas kleiner oder grösser nehmen, und die Operation von fornen wiederholen, bis es zutrifft: oder weil dieses eine grosse Behutsamkeit erfodert, ja die Eintheilung weit mühsamer machen dürfte, als wenn man so bloß durch Versuchen mit dem Zirkel die Linie theilen wollte, so stellet vielmehr das anfangs abgeschnittene Stück mit dem letzten gefundenen achtzehenden Theil in Vergleichung, und theilet dasjenige Stückgen, um welches die beyden Linien einander übertreffen, in 18 Theile durch das Augen-Maaß, so könnet ihr den 19 Theil von der gegebenen Linie am ersten finden. Unten, wo wir von den Theilungen der Linien vollständiger handeln werden, kann die Tabula Numerorum primorum nachgeschlagen, und hier mit Nutzen gebrauchet werden, daselbst aber sollen noch andere bequemere Mittel, die Linien zu theilen, sich finden lassen.

§. 274.

Eine Zirkel-Linie zu theilen.

Schiebet den Schieber an dieser hierzu benöthigten Linie auf den verlangten Theil, als in 7, und nehmet mit denen langen Spitzen den halben Diametrum, so werden die kurzen den verlangten Theil geben.

§. 275.

Eine Fläche zu verkleinern.

Schiebet den Schieber auf die Zahl des verlangten Theils, an der dazu gehörigen Linie; wenn ihr nun mit der grösten Oeffnung den Diametrum einer Zirkel-Fläche oder Quadrats und dergleichen nehmet, so geben die kurzen das verlangte kleine, also: wenn ihr eine Fläche vergrössern wollet, so nehmet mit den kurzen Spitzen und der kleinesten Oeffnung die Grösse oder den Diametrum, so geben die langen Spitzen die verlangte grössere. Und auf solche Weise verfahret ihr auch mit denen andern Linien und ihren Theilen. Soll man durch Zahlen operiren, muß solches auf einem ausgetheilten Maaßstab geschehen.



Das

Das XVIII. Capitel.
Vom Proportional Lineal.

§. 276.

Als der Proportional-Zirkel erfunden war, wollte jeder gerne die Ehre haben, daß es bey einem so nützlichen und beliebten Instrument auch etwas beygetragen; dahero einige, theils das Instrument zu verbessern, theils aber solches leichter und compendieuser zu machen, bemühet waren, und zu diesem letzten gehöret nun unser Proportional-Lineal, und scheinet der erste Inventor der, sich zu seiner Zeit um die Geometrischen und Mechanischen Wissenschaften sehr hoch-verdient gemachte Benjamin Bramer, Fürstl. Hess. Baumeister zu Marpurg, zu seyn, der 1618 einen Bericht und Gebrauch eines Proportional-Lineals ausgehen lassen, zuvorhero aber 1615. dem Tractat von Theilung der Mathematischen Instrumente, den Gebrauch dieses Proportional-Lineals angehangen, allda er aber solches vorgestellet als einen Triangel, und da alle Linien aus einem Centro laufen, als wie Figura I. Tabula XIX. zu sehen, bey der andern Beschreibung aber hat er alle Linien parallel neben einander gestellet, wie Figura II. zu sehen.

§. 277.

Das Parallel-Lineal ist nichts anders als ein Lineal, oder flaches Blech, Tafel, oder dergleichen, darauf alle die Linien, die sonst auf den ordinairen Proportional-Zirkel getragen werden, zu finden sind, und zwar nur einmahl, da hingegen dort zweymahl jede Linie zu finden ist, statt aber der andern Linie ist ein Lineal gemachet, so um einen Stift beweglich, dessen Centrum accurat in Anfang der Linie stehen muß. Bey der ersten Art ist nur ein einziges Loch zu allen Linien, bey der andern aber hat jede Linie ihr eigenes Löchlein zum Stift, wie solches von *A* bis *B* Figura II. zu sehen.

Die Linien werden aus eben dem Fundament, Tabellen und Maaßstab als der ordinaire Proportional-Zirkel aufgetragen, und ist die Linie statt des einen und die Regel *CD* statt des andern Schenkels. Diese Regel wird vermittelst eines Stiftes mit seinen Ansatz, Schrauben, Gewinde und Mutter *F* auf das Lineal befestiget, und muß solches die Löchlein accurat ausfüllen, daß keines von diesen, weder Lineal noch Regel, weichen kann, sonst ist das Instrument falsch und unnützlich.

§. 278.

Der Gebrauch dieses Lineals ist also:

Wenn ihr auf einer Linie operiren wollet so schraubet die Regel in das Centrum oder Anfang, und bedienet euch eines guten Hand-Zirkels von genugsamer Länge mit welchen ihr die Linien auslangen und die Distantien nehmen könnet. Wenn ihr aber transversim operiren wollet, muß es folgender maßen geschehen.

D E Figura III. sey die angenommene Linie, *F G* die Regel, nun soll die Linie *H I* in zwey oder drey Theile getheilet werden, so fasset mit dem Hand-Zirkel die ganze Linie *H I*, traget solche am Ende auf *K* transversim gegen die Regel, und machet solche so weit auf, daß der Bogen vom Zirkel gemacht, berühret wird, wie bey *L* zu sehen ist; wollet ihr die Länge von zwey Theil haben, so lasset das Instrument also unverrückt liegen, und setzet die eine Spitze im Punct z bey *M*, dann nehmet vermittelst eines Bogens die Weite bis

biß an die Regel, wird seyn MN, wollet ihr 3 Theile haben, so nehmet aus 3 bey O die Weite biß an die Regel bey P, und also auch mit 4 und anderen Zahlen.

§. 279.

Zu merken aber ist:

Daß die Regel gegen die Linie recht dünne und scharf seyn muß, auch der Zirkel eine subtile und keine dicke kalbichte Spitze haben soll, sonsten ist die Accurateße verlohren. Im übrigen werden alle Proportiones eben wie bey dem Proportional-Zirkel aufgelöset, dahero nicht nöthig achte, hier eine mehreres davon zu melden, habe auch, weil es eine vergebliche Arbeit, die Linien auf dem Lineal ohne Theilung gelaßen, und nur gewiesen, wie es aussiehet, und wie dessen Gebrauch. Wer aber noch ein mehreres verlanget, kann es an obangezogenen Orten finden. Wollen also den Unterricht von Proportional-Instrumenten schliessen, als eine Zugabe aber einige Autores, so von diesen Instrumenten geschrieben, zur Nachricht mit beyfügen.

§. 280.

Autores, welche von Proportional-Instrumenten geschrieben:

Bramers Benj. Bericht und Gebrauch eines Proportional-Lineals, nebst kurzem Unterricht eines Parallel-Instruments. Marpurg 1617. in 4to.

= = = Vom Gebrauch der neuen Proportional-Platten. Ist der andere Theil des Tractats von Theilung der Mathematischen Instrumente. Marpurg 1615. in 4to.

Caprae, Usus & Fabrica cuiusd. Circini Proportionis. Patav. 1607. 4.

Casati, Pauli Constructio Circini Proportionum. Ital. Bon. 1664. 4.

Conette, Mich. la Geometrie reduite en une facile Pratique par deux excellens Instruments dont un est le Pantometre ou Compas du Proportion. a Paris 1626. 8.

Dechales, Claud. Franc in Mundo Mathem. T. II. Lib. IV. Handelt daselbst in gedachtem IV. Buche von dem Circino Proportionum. Lugd. 1690. f.

Dolz, Cunabula omnium vere Scientiarum & præcipue in Proportionibus & Proportionalibus. Montalbani. 1518.

Faulhabers, Joh. Bericht übern Proportional-Zirkel; stehet bey dem Tractat: Neue Geometrische und Perspectivische Inventiones. Ulm 1610. 4.

Fernelius, Joh. De Proportionibus. Paris. 1528. f.

Galgenmeyers Unterricht vom Proportional-Zirkel und Schreg-Maaße, nebst dem Fundamente des Visirens. Ulm, 1615. 4. durch Joh. *Remelium*, Augsp. 1688.

Ejusd. Proportional-Zirkel, durch Georg Brendeln, Lang. 1610. 4. Augsp. 1611. 4.

Ejusd. Centiloquium Circini Proportionum. Nürnb. 1619. 4.

de *Galilæis*, de Proportionum Instrumento a se invento. Argent. 1612. 4.

Goldmanns, Nic. Unterricht vom Proportional-Zirkel. Lat. Germ. Lugd. Bat. 1656. fol.

Horcher, Phil. de Circino Proportionum. Mogunt. 1605. 4.

Horen, Tract. Proportionum. Venet. 1505.

Hulsii, Lev. Beschreibung und Unterricht des Jost Burgi Proportional-Zirkels. Frf. 1604. 4. ibid. 1595.

Laurenbergii, Christ. Clavis Instrumentalis Laurenbergica. Oder: Allerley Aufgaben auf den Analogischen Arithmet. Geometrischen Proportional - Instrument. Leipzig. 1615. 4.

Lochmanns, Wolfg. Instrumentum Instrumentorum Mathematicorum. deutsch. Alt Stettin. 1626. 4.

Metii, Adriani, Praxis nova Geometrica per Usum Circini Proportion. Franeck. 1623. 4.

Partridge, Sethi, Descriptio Instrumenti, quod vulgo dicitur Duplex Scala Proportionis. Angl. Lond. 8.

de *Saxonia* Alb. Tractatus Proportionum. Venet. 1519. 4.

Scheffelts Unterricht vom Proportional-Zirkel. Ulm 1697. 4.

Stegmann, Joach. Circinus Quadrantarius. deutsch. Berlin 1624. 4.

Uttenhoffers, Circinus Geometricus, oder Meß-Zirkel. Nürnb. 1626. 4.

§. 281.

Da wir uns nun zu der Geometrie wenden, und diejenigen Instrumenta, so darinnen üblich und nöthig zu betrachten gesonnen, so erfordert wohl die Nothwendigkeit von denjenigen den Anfang zu machen, welche zu denen Handgriffen vornehmlich gehören, als da sind **der Zirkel, Lineale und Parallelen, Reiß-Federn oder Schreib-Federn, Winkelmaaße, Maaße, Transporteur,** denen sollen folgen diejenigen, welche verschiedene von denen nur gedachten zugleich vorstellen, und an ihrer statt gebrauchet werden können, so wir indessen *Universal-Instrumenta* nennen wollen. Endlich mögen die in der Praxi bis auf heutigen Tag bald in diesem bald in jenem Falle vor nützlich und gut befundene **Instrumente zum Grundlegen, Abnehmen und Abtragen, nebst ihren zugehörigen und auch sonst darbey vorkommenden Stücken,** den völligen Schluß machen.

Das XIX. Capitel.

Von den Zirkeln.

§. 282.

Wir machen also billig den Anfang mit dem allervornehmsten Geometrischen Instrument, nemlich dem Zirkel. Es ist aber derselbe dasjenige Werkzeug oder Mittel, dadurch so viele und mancherley Arten der Grössen überschlagen, abgenommen, und entworfen werden können; denn ob man schon mit diesem Instrument nichts mehr denn die Terminos, oder die Länge einer geraden Linie fassen kann, so lassen sich doch, weil die Linie nechst dem Puncte der Ursprung aller endlichen Dinge, auch dadurch die unzehligen Arten der Grösse, ja die Zeit selbst füglich determiniren, und folglich ist der Zirkel mit Recht das Instrumentum Instrumentorum zu nennen.

§. 283.

Was seinen Ursprung und dessen Erfindung anlanget, bin ich der Meynung, daß man sich anfangs an dessen statt zweyer mit ihren Enden aufeinander befestigten glatten Stäbe aus hartem Holze, welche an den andern beyden Enden zugespitzet worden, so lange bedie-

net,

net, bis man wegen des Unbestandes vielleicht ein stark krumm gebogenes elastisches Blech erwehlet, das an seinen gleich-langen Enden ebenfalls gespitzet gewesen, und im übrigen durch daran gesteckte Rinken oder Zwingen auf viele Fälle enge und weit gestellet werden können. Und da nun Noa bey seiner Arche, Moses bey der Hütten des Stiftes, und Salomon bey seinem prächtigen Tempel-Bau dieses Instruments unmöglich entbehren können; so ist gar kein Zweifel, es werde mit Unrechte der *Perdix*, welcher ein Sohn der Schwester des Künstlers *Dædali* vom Epalamo gezeuget, vor den Erfinder angegeben; Jedoch will ich hierdurch ihm seinen beygelegten Ruhm darinnen nicht entziehen, daß er eine Verbesserung zu dem bequemen Gebrauche des Zirkels mag erfunden haben.

§. 284.

Die Materie, daraus der Zirkel am gewöhnlichsten verfertiget wird, ist Meßing und Stahl, wiewohl auch kleine von Silber, und endlich auch gar grosse zum Demonstriren, wie nicht weniger zum Gebrauch vor einige gewisse Handwerker von Holze mit meßingenen oder eisernen Spitzen zubereitet werden. Es bestehet aber ein Zirkel insgemein aus zweyen gleich-langen, und mittelst eines Gewindes oder Gewerbes in einander gehenden Schenkeln mit stählernen und andern dauerhaften Spitzen; wiewohl an des Gewindes Stelle auch zuweilen ein Feder-harter stählerner Bogen bey einigen zu finden.

§. 285.

Es kommen dannenhero an einem Zirkel Figura I. Tabula XX. *a* zu betrachten vor: der Kopf *A*, die Schenkel *B*, und die Spitzen *C*. Wie nun diese Stücken nach dem verschiedenen Gebrauch, auch von unterschiedener Beschaffenheit; also erhalten ebenfalls die Zirkel selbst ihre unterschiedene Benennung, welche Arten wir nunmehro bald betrachten, und bey einer jeden ihre besondere Construction beschreiben, auch was darbey sowohl, als bey dem Gebrauche selbst, in Acht zu nehmen, mit anführen wollen.

§. 286.

Wie die gedachten Theile eines jeden Zirkels beschaffen seyn sollen.

Der Kopf bestehet aus dem an dem obern Ende der Schenkel befindlichen Gewinde, welches auf folgende Weise zubereitet werden muß: Theilet den Kopf des einen Schenkels, aus der Mitte gerechnet, in einige, wiewohl ungleich grosse Theile, dergestalt, daß der mittlere der allerdünneste; den Raum neben diesen zu beyden Seiten, der ohngefehr noch halb so dicke, als der mittlere Theil, säget mit einer guten stählernen Säge rein und fein gerade aus, und lasset auf denen Seiten einen noch stärkern, nach der Grösse des Zirkels, proportionirlichen Theil stehen, so wird der Kopf an dem einen Schenkel seine gehörige Forme bekommen, und also aussehen, wie ihn Figura II. *a* weiset; der Kopf an dem andern Schenkel darf nicht stärker seyn, als der mittlere an dem vorigen mit seinen Ausschnitten, da denn aus diesem, so viel in der Mitte gesäget wird, als des ersten mittlerer Theil stark ist, und diesem Ausschnitt bleiben zu beyden Seiten so starke Blätter stehen, als die Ausschnitte in dem vorigen Schenkel weit waren, damit sich diese beyden Köpfe wohl in einander schieben lassen, und einen ganzen ausmachen; daher sie accurat einzusägen, zuzufeilen, und zuzurichten, daß sie überall wohl zusammen passen.

Doch ist hierbey noch zu erinnern, daß man nicht bey allen Zirkeln dergleichen dreyfach Gewinde verfertiget, sondern jezuweilen solches auch nur einfach machet, dergleichen die Zirkel Figura VI. VII. und VIII. haben, und bestehet dieses darinnen, daß der Kopf an dem einen Schenkel in der Mitte die Länge herunter durchsäget werde, an dem andern

Schen-

Schenkel aber lässet man eben ein so starkes Blatt, als der Ausschnitt des vorigen weit, in der Mitte stehen. Ingleichen wird auch bey dem dreyfachen Gewinde der Kopf nur mit den äussern Blättern gegossen, und hernach das mittlere erst ins besondere hinein geschleifet und eingelöthet. Hierauf wird in das Centrum des Kopfes ein Loch *a b* gebohret, ↔: welches die Riethe oder der Stift gehöret, der diese beyden Theile von den Schenkeln in dem Kopfe zusammen halten muß; dieser soll wiederum recht rund seyn, und überall das Loch gehörig ausfüllen, ausser diesem aber wird er entweder bloß eingeniethet, wie Figura I. zeiget, oder er wird am einen Ende mit einer gedreheten Platte, am andern aber mit einer Schraube versehen, daran die Mutter, von eben der Forme als die Platte, auf der andern Seite angeschraubet, und der Zirkel=Kopf dadurch feste zusammen gezogen werden kann, dergleichen Figura II. III. IV. &c. vorstellen, in welchem letzten Falle an der ersten ein klein Zäpflein *c* Figura II. welches sich in das an der einen Seite des Kopfs befindliche Loch *d* schicket, angemachet seyn muß, damit die Platte mit der Schraube in Umdrehung der Mutter sich nicht bewegen lasse.

Die Platte, darinnen die Schrauben=Mutter befindlich, muß, wenn sie nicht wie bey Fig. III. an der Peripherie eingekerbet, auf ihrer obern Fläche bey o zwey Oeffnungen haben, um dahinein den Schlüssel Fig. XV. einzusetzen, und damit die Schraube also recht anziehen zu können, wie ein jeder vor sich den Zirkel gerne gelinde oder strenge zu gehen, verlangen sollte.

Die Schenkel, welche jedesmahl mit dem Kopfe in einem Stücke an einander hangen, und bey den allermeisten gerade aus in die Spitze sich verlaufen, ausser bey einigen wenigen, von denen in folgender Abhandlung Erwehnung geschehen soll; diese haben nichts besonders vor sich, als daß sie nur nach der Grösse des Zirkels gut proportioniret, und also äusserlich nach jedes Gefallen zubereitet werden, doch daß vermittelst derselben der Zirkel sich wohl schliesse, und bequem aufgemachet werden könne, wie dieses an den Figuren leichter, als aus einer Beschreibung zu ersehen.

Die Spitzen an denen Zirkeln sind jedesmahl von Stahl, und sollen fein gleich, vornehmlich aber wohl in die Schenkel gefüget seyn, so, daß sie unverändert mit den Schenkeln vereiniget, und auch so gar bey denen Schenkeln als ein ganzes zu seyn scheinen, wo sie doch wirklich zu verschiedenem Gebrauche, wie bey dem Reiß=Zirkel, verändert werden können, immaßen sonst das Gegentheil, wo sie nemlich schlautern, oder sich wenden sollten, eine Unrichtigkeit und Uebelstand bey dem Gebrauche verursachen würde. Dannenhero die Gewohnheit einiger Mechanicorum nicht billigen kann, welche die Spitzen in die Schenkel einzuschrauben pflegen; denn obschon anfangs die Spitze sehr scharf an den Schenkel gefüget und angezogen werden kann, so machet sich doch selbige bey oftem Gebrauch endlich mit der Zeit, und durch andere Zufälle, ja wohl gar schon da, wenn der Zirkel sauber gefeilet und glatt poliret wird, oft locker und loß, weil Schenkel und Spitze als die Mutter und Schraube nicht von einerley gleich harten Materie, und folglich machet die Spitze, wenn sie unten was weniges weicht, bey dem Abnehmen einer Grösse, eine Ungewißheit, oder auch einen Uebelstand, wenn sie allenfalls tiefer eingeschraubet werden kann, da alsdenn dasjenige Theil oben zu stehen kommet, daß doch sonst an der Seiten seyn, und mit der Face des Schenkels sich in die Spitze verlaufen sollte.

Und dieses sey also die Beschreibung und Zubereitung der drey Haupt=Stücke eines Zirkels, es mag Nahmen haben, wie er immer wolle, vornehmlich aber eines solchen, wie bey Fig. I. II. IV. und VIII. zu sehen, und Hand=Zirkel genennet werden; denn weil dieses Instrument zu vielem und mannigfaltigem Gebrauche bequem seyn sollen, so pflegen an selbigem bald der Kopf, bald die Schenkel, bald die Spitzen verändert, und nach unterschiedlicher

Form

Form und Construction zubereitet zu werden, weshalben der Zirkel selbst auch seine verschiedene Benennung bekommet, welche wir nunmehro nacheinander von uns nehmen, bey jeden die besondere Construction beschreiben, und den Gebrauch davon, nebst allem, was darbey zu erinnern, oder in Acht zu nehmen, anführen wollen.

§. 287.

Unter denen Zirkeln, die an den Spitzen von den übrigen unterschieden, verdienet vor denen andern den Vorzug der so genannte

Haar-Zirkel, Fig. III. Tab. XX. *a*

Es hat dieser seine Benennung daher bekommen, weil man ihn mit der einen Spitze auf eine Haar-Breite weiter oder enger in der Oeffnung stellen kann. Seine Construction ist folgende: Es läuft von der einen Spitze *C* inwendig an dem Schenkel *B* ein besonderer nicht allzustarker stählerner Schenkel *c* hinauf, der oben bey *a b* mit eingesenkten Schrauben an den meßingen Schenkel feste gemacht wird, so daß er vor sich selbst genau an denselben anlieget. Nahe am Ende des meßingen Schenkels gehet durch selbigen und noch durch eine daselbst aufgelöthete Mutter eine Schraube *D*, welche mit ihrem Ende an den stählernen Schenkel bey *e* versenket, und die bewegliche Spitze *C* durch ihr Auf- und Zuwinden auch vor und hinter sich stellet, wie denn solche, wenn die Schraube vor sich gewunden wird, der andern Spitze näher kömmt, wenn die Schraube aber zurück gewunden wird, von derselben bey einigen wegen seiner elastischen Kraft, gleich einer Feder, bey andern aber wegen der mit dem Ende darein versenkten Schraube *d* wieder nach den Schenkel, daran sie befestiget, sich ziehet, und folglich von der andern Spitze sich entfernet.

Sonst ist bey dieses Zirkels Verfertigung darauf zu sehen, daß in Ansehung der Stell-Schraube der stählerne Schenkel nicht allzustark und benebenst seiner Spitze an den meßingen Schenkel überall wohl zusammen passe. Und sind diejenigen wohl die beständigsten, welche nicht durch ihre eigene elastische Kraft zurücke gehen, sondern mit der versenkten Schraube zurück gezogen werden können. Hierauf folget

§. 288.

Der Reiß-Zirkel, Fig. V.

An diesem ist die eine Spitze veränderlich, so, daß man sie gar wegnehmen, und an ihrer statt eine Reiß-Feder, eine andere zum Bleyweiß, und noch eine andere mit einem Punctir-Rädlein in den Schenkel stecken könne. In der Absicht ist abermahlen am Ende des Schenkels eine Mutter zum Stell-Schräubgen aufgelöthet, der Schenkel selbst aber wird von unten auf in Form einer abgekürzten, und der Länge nach durchschnittenen Pyramide, wenigstens eines halben Zolles tief ausgelochet, daß die Zapfen dieser Einsteck-Spitzen *a* genau darein passend hineingeschoben werden können: In diese Zapfen ist bey *b* eine Kerbe oder Einschnitt gemachet, daß das Schräubgen auf einer breiten Fläche fester aufstehen und besser anziehen kann; diese Kerben findet man an einigen also eingefeilet, daß das Planum inclinatum, oder der tiefste Einschnitt, nicht gegen die Spitze zu gehet, so aber unrecht, indem wenn die Stell-Schraube feste geschraubet wird, sie die Spitze an statt daß sie solche an dem Schenkel herauf ziehen sollte, vielmehr vor sich, und also von dem Schenkel abtreibet, da denn hernach solche Spitzen wanken müssen. Denn bey *c* ist ein Ansatz, daß diese Spitzen scharf und fein genau an dem Schenkel anliegen, und um so viel weniger wackeln oder weichen können. Bey diesen Einsteck-Spitzen kömmt es hauptsächlich darauf an, daß die Zapfen in das Loch recht accurat eingefüget seyn, welches daraus abzunehmen, wenn sie allda hinein geschoben, und ohne daß das Schräubgen angezogen, doch nicht schlaudern

oder wackeln. Hiernechst müssen diese zum Schreiben und Punctiren zugerichtete Spitzen noch ein besonderes Gewinde *d* haben, welches von eben der Güte und Schärfe als das in dem Kopfe seyn muß, damit diese Spitzen unverrückt stehen bleiben, wie sie einmahl gestellet; Denn wenn man mit einer solchen Spitze einen Zirkel oder andere krumme Linie beschreiben will, muß sie jedesmahl perpendicular gegen die Fläche, darauf die Linie beschrieben werden soll, stehen, weil sonst die Dinte nicht wohl fließen, die Spitze keine reine Linie zeichnen, und wohl gar auswärts weichen kann, und zu eben diesem Ende muß das Gewinde auswärts einen Anschlag haben, daß sich die Spitzen gar nicht über die äussere Linie des Schenkels stellen lassen. Wie die Reiß-Feder an sich selbst beschaffen seyn müsse, soll unten, wo von selbigen gehandelt wird, gedacht werden. Die Hülse zum Bley-weiß ist die Länge herauf durchschnitten, um den darein gesteckten Stift zum Schreiben, durch das darum gelegte Reiflein, so sich auf- und abschieben lässet, damit einzuzwingen und zu befestigen; wiewohl man auch, als bey Fig. XVI. zu sehen, das Röhrgen in einem schiefen Winkel anlöthen, und mit einem Stell-Schräubgen versehen könnte, um einen langen Bley-Stift darein zu stecken, und selbigen nachzuschieben, wenn er kurz geworden. Des Punctier-Rädleins Beschaffenheit ist aus der Fig. *f* zu sehen; die Zähne daran müssen eine Stärke, und gleich weit, aber auch nicht allzuweit, voneinander stehen: die Blätter aber, zwischen welchen sich das Rädlein mit seiner Achse willig bewegen soll, bekommen die Oeffnung, wie eine Reiß-Feder, damit sie die Dinte gehörig fassen, wie jene, und dem Rädgen communiciren; auch ist es besser, wenn die Zähne des Rädgens selbst, wie die Federn gespalten und eingeschnitten seyn, oder wenigstens in selbige nahe bey den Spitzen ein klein Löchlein geschlagen worden, daß sie die Dinte um so viel eher fassen. Ihr Nutzen bestehet darinnen: allerley Arten der Linien auf eine Fläche zu ziehen und zu punctiren.

§. 289.

Nach denen Arten der Zirkel, die an ihren Spitzen eine Veränderung haben, sollen hier nun diejenigen folgen, welche an denen Schenkeln von den andern unterschieden, darunter zuförderst Figura VI. zu zählen, welches

Ein Hand-Zirkel, der durch den Druck sich auf und zu machen lässet.

Der Kopf ist mit den andern gemein, nur sind gleich von selbigem an die Schenkel auswärts nach einer Zirkel-Linie gebogen, oder sonst wie Figura VII. gekröpfet. Es gehen also die gekrümmten Theile der Schenkel in einem meist einfachen Gewinde, daher sie eben so, wie bereits oben erwehnet, gleich den andern eingeschnitten, und wohl passend zusammen gefüget seyn müssen, indem sonst das Gegentheil ein Stocken und Unrichtigkeit verursachet. Auch ist bey Figura VII. wohl in Acht zu nehmen, daß die beyden Enden der gekröpften Theile *b c* niemahlen, wenn der Zirkel zugemacht, über das Centrum *a* zu stehen kommen, es sey denn, daß der Raum zwischen *a b* und *a c* so groß gelassen werde, daß man einige Finger bequem dahinein bringen, und den Zirkel unter dem Kopfe zusammen drücken könne, weil sonst widrigenfalls der Zirkel durch den Druck bey *b c* nicht zu öffnen, wenn die Lineæ directionum der Kraft in das Centrum des Kopfes, oder gar über dasselbige zu stehen kommen: Unter diesen beyden Puncten *b c* aber lässet sich derselbe nicht wohl fassen, immassen mit den Fingern ein kleiner Theil einer großen Zirkel-Fläche unmöglich feste zu halten, vielweniger zwischen zwey oder mehr Fingern gegen einander zu drücken, es werden jedesmahl die Finger rücken und abgleiten. Ich halte demnach zum guten Gebrauch Fig. VI. vor bequemer.

§. 290.

Fig. IX. ist ein Zirkel, an dessen Schenkel A ein Quadrant gemachet.

Dieser Quadrant hat an selbigem Ende eine Schraube *a*, welche durch die in den Schenkel eingesenkte, darinnen bewegliche und zu äusserst mit einem Griffe versehene Schrauben-Mutter *Cc* hin und her geschoben werden kann, und daher den Fuß *E*, wenn der andere bey *D* durch eine Stell-Schraube befestiget, auf ein Haar stellet. Dieser andere Fuß ist bey *B* durchlochet, und oben wegen der Stell-Schraube, daß sie desto gewisser stehen möge, mit einer darauf gelötheten Mutter *D* versehen, damit der Schenkel *B* an den durchgesteckten Quadranten in einer gewissen Oeffnung mittelst der Schraube, die hier heraus genommen, sich feste machen lasse.

Dieses Quadrantens Nutzen bestehet vornehmlich darinnen: daß man nicht nur den Zirkel auf ein Haar stellen, und in solcher Oeffnung unverrückt erhalten, sondern auch solche Oeffnung, wenn man auf dem Quadranten einen Vorstrich gemachet, jedesmahl exacte wieder finden, und den Zirkel von neuem darein stellen könne. Diesen Quadranten aber in gewisse Theile zu theilen, um den Zirkel nach verschiedener Proportion öffnen zu können, ist halb vergebliche Arbeit, weil dieses nur so lange Stich hält, als die Spitzen gut, wenn aber diese verbogen und mangelhaft geworden, ist auch die Accuratesse bey nöthiger Veränderung der Spitzen verlohren.

§. 291.

Fig. X. hat nicht allein die nur beschriebene Veränderung mit dem Quadranten an den Schenkeln, sondern auch noch über dieses zwey veränderliche Spitzen *G* und *H*, von denen alles dieses gilt, was bereits oben bey dem Reiß-Zirkel ist erinnert und angemerket worden, es sey denn, daß man die Zapfen an den veränderlichen Spitzen gleichaus prismatisch machen wolle, um wenn diese schadhaft worden, von daraus nachrücken zu können, zu welchem Ende sie auch durch die aufgelöthete Schrauben-Muttern, wie die punctirte Linien weisen, ganz heraus und durch und durch gehen. Figura *G* bestehet aus einer Spitze eines Coni, damit sich selbige in verschiedene Oeffnungen, so als Centra gebraucht werden sollen, schicke, und füglich darein stellen lasse. Fig. *H* ist ein Schneide-Eisen, und dannenhero scharf zugefeilet, in Form eines Grab-Stichels, und damit sowohl Pappe als auch härtere Materien, wie Meßing, Kupfer, und dergl. auszuschneiden. Dieser Arten Zirkel bedienen sich insgemein die Uhrmacher und Goldschmiede, und weil damit auf harter Materie handthieret wird, sollen die Spitzen und Zirkel selbst ziemlich stark, doch in guter Proportion zubereitet, und insonderheit die Spitzen daran, wohl gehärtet seyn.

§. 292.

Noch eine andere Art eines Stell-Zirkels ist Fig. XI.

Diesen kann man vermittelst eines linken und rechten Gewindes an einer Schrauben *a b* zu machen, öffnen, und auch zugleich in der Oeffnung unverrückt behalten. Das Hauptwerk bey dergleichen Zirkel bestehet darinnen: daß ob gleich die Schraube *a b* eine gerade Linie, und in horizontaler Lage ist, dennoch die Schenkel dadurch von einander und denn auch wieder zusammen geschraubet werden können. Zu diesem Ende sind die zwey Schenkel *A B* um die in ihnen eingesenkte Zapfen der Schrauben-Mutter *c c* beweglich, dergestalt, daß bey jedenmahl Umdrehen der Schrauben *a b*, der Zirkel sich um die Weite zweyer Schrauben-Gänge öffnet oder zuthut.

Die-

Dieses Zirkels Nutzen findet sich bey geometrischer und mechanischer Theilung der Linien, weil man, wie mit einem Haar-Zirkel, die Theile sehr scharf dadurch nehmen, und den einmahl genommenen Theil, ohne den Zirkel durch etwa einen Zufall, wie bey gemeinen Hand-Zirkeln leicht geschiehet, zu verrücken, vielfältig ab- und übertragen kann. Außer der gedachten link und recht gehenden Schraube, kommet dieser Zirkel sonst in allem mit dem bereits abgehandelten gewöhnlichen Hand-Zirkel völlig überein.

§. 293.

Ehe wir nun nach denenjenigen, die alleine an ihren Schenkeln etwas besonderes haben, andere zu betrachten vor uns nehmen, so ist noch übrig etwas von dem

Dreyschenklichten Zirkel

unter Fig. XII. zu gedenken. Die Zubereitung beruhet in diesem einigen besonderen Stücke, daß der dritte Schenkel seine Bewegung auf alle Seiten haben kann.

Die Eintheilung hierzu geschiehet also:

Wenn ein Zirkel an seinem Kopfe, wie gewöhnlich, verfertiget, ausser daß an der einen Seite, wo des dritten Schenkels Kopf angesetzet werden soll, statt des dicken Theiles, nur ein Blatt gelassen werden, wird alsdenn von dieser Seiten der Nagel oder die Schraube in das Loch gebracht; diese aber hat eben da eine angegossene Platte, und an selbiger ein besonders Gewinde, darinnen der dritte Schenkel, wie sonst die anderen, auf und zugehet an dem Nagel aber, oder der Schraube, lassen sich die ersten zwey Schenkel hin und her bewegen, wie solches aus Fig. XII. bey *A* wird abzunehmen seyn. Ausser diesen hat dergleichen Zirkel alles mit den andern gemein. Wollte man aber dessen Construction also einrichten, daß der dritte Fuß weggenommen werden, und der Zirkel auch einen ordinairen Hand-Zirkel abgeben könne, so machet man einen Zirkel mit einer Schraube und ihren Platten, doch so, daß diese letzten nicht so stark und ausgedrehet, wie bey Fig. II. *B C* sondern ganz eben, völlig fertig, nachdem wird das Centrum dieser Schraube nochmahlen durchbohret, und die Schraube zum dritten Schenkel, welche an einem Ende eine angegossene Platte nebst dem Gewinde zu einem Schenkel hat, dadurch gestecket, und an das andere Ende eine platte Schrauben-Mutter angeschraubet. Also beweget sich nicht nur der dritte Schenkel in seinem besonderen Gewinde *a* Fig. XII. auf und ab, und gehet ingleichen in der Hohl-Schraube *A* mit seiner Schraube hin und her, sondern er kann auch, weil die andern zwey Schenkel ihre besondere Schraube mit ihren Platten haben, gar abgenommen, und diese zwey gleich einem ordentlichen Hand-Zirkel gebrauchet werden. In diesem letzten Falle aber muß die erste Schraube, weil sie wieder durchbohret werden, und in ihr die andere sich bewegen soll, wohl stark und dauerhaft verfertiget seyn, damit dem Zirkel an seiner gehörigen Accurateſſe nichts abgehe.

Der Nutzen dieses Zirkels ist: daß man damit alle Arten der Triangel formiren, und folglich durch behende Abtragung einer Figur eine Erleichterung, und auch mehrere Richtigkeit erhalten könne.

§. 294.

Fig. XIII. sind zwey Feder-Zirkel,

und gehören also zu denen, die von den andern am Kopfe unterschieden; denn an seiner Stelle ist ein stählerner gehärteter Bogen *a*, an welchen wegen der Bequemlichkeit meistentheils ein gedreheter metallener Griff *b* angemachet. Dieser Bogen oder Feder verursachet, daß sich die Schenkel *c* weit von einander ausspannen, dannenhero ist eine krummgebogene Schraube *d* durch beyde Schenkel gestecket, und so gar an den einen feste gemachet,

machet, der andere Schenkel aber lässet sich daran durch die Mutter *e* vor sich schrauben, so, daß endlich dadurch beyde Spitzen zusammen gebracht werden können, wie bey *b* in *c* zu sehen; und folglich lässet sich dergleichen Zirkel durch die Mutter *e* auf- und zumachen. Von dieser ist zu merken: daß sie, damit selbige an dem Schenkel überall recht anliege, und solchen nach Verlangen stelle, gegen solchen mehr kulbig und rund, als etwa platt gemachet werde. Damit aber auch die einmahl genommene Oeffnung durch keine Eindrückung verrücket werden möge, die entstehen kann, indem man mit dem Zirkel operiret, wird an die krumme Schraube zwischen die Schenkel noch ein Müttergen in Form eines Rädgens *f* gestecket, um solches dem einmahl aufgegangenen Schenkel *a* inwendig vorzuschrauben, und ihn dadurch zu befestigen; daß aber auch dieses nicht die gänzliche Zusammenstellung der Spitzen hindern möge, ist der an der Schraube auf- und niedergehende Schenkel um die Dicke und Grösse des Rädgens *f* ausgenommen.

Zu ihrer Construction wird nebst vorher beschriebenen annoch erfordert, daß sie nicht allzulang gemachet und durch und durch wohl gehärtet seyn, weil die Bewegung des Schenkels schlechterdings auf die elastische Kraft der Feder ankömmt; auch erfordert die Schraube ihre gehörige Krümme und eine geraume Oeffnung in dem Schenkel, auf daß dieser, indem ihn die Feder auftreibet, nicht hangen bleibe und stocke. Im Gebrauch dienen sie vornehmlich kleine Abtheilungen auf Linien zu machen, und sind hauptsächlich in der Architectur bey denen kleinen Maaßen und derer darnach aufzureissenden Größen als Voluten und anderer Zirkel-Stücken sehr bequem, dannenhero einige statt der andern Spitze mit einem Geiß-Fuße *g* versehen, gedachte Linien damit auszuzeichnen.

§. 295.

Fig. XV. ist ein Zirkel, daran die Spitzen mit einem Theile des Schenkels gegeneinander gebogen seyn.

Dessen Zubereitung erfordert ausser diesem nichts besonderes. Der Gebrauch bestehet in Abnehmung der Dicke eines erhabenen und bauchigten Cörpers, dergleichen Kugeln, u. a. m. daher er auch ein Taster genennet, und unter die Dick-Zirkel gerechnet wird. Weil es sich aber ofte zuträget, daß bey Abnehmung einer solchen Dicke der Zirkel eher wegen einiger Umstände wieder eröffnet werden müste, als man wahrnehmen könnte, wie viel die begehrte Stärke oder Dicke austrage, so hat man dergleichen Zirkel doppelt aneinander und folglich einen Vier spitzigen Zirkel daraus gemachet, damit durch die Oeffnung der Spitzen an einem Ende eben diese Weite an dem andern zu erkennen.

Sollte man nun z. E. den Lauf eines Feuer-Mörsers nach seiner Stärke untersuchen, so fasset mit zwey Spitzen den verlangten Ort; weil nun wegen der aussen an der Mündung angegossenen Friesen oder des dicken Randes, die Spitzen *a* Fig. I. und II. Tab. XX. *b*, so wie sie die Stärke des Mörsers gefasset, nicht in dieser Oeffnung herausgezogen werden können, also weisen solche ihre Oeffnung die anderen oberen Spitzen *b*.

Bey ihrer Zubereitung muß erstlich alles dasjenige observiret werden, was bey anderen, vornehmlich wegen der guten Einrichtung der Gewinde bereits erwehnet werden, andern Theils aber ist darauf zu sehen, daß der Nagel oder die Schraube ja recht in das Centrum gesetzet sey, und alle Spitzen gleich weit von diesem zu stehen kommen. Die Schenkel daran mögen im übrigen mit ihren Spitzen entweder nach einem Zirkel oder nach einem Oval, oder nach einer geraden Linie, und unten nur sich etwas einwärts gebogen befinden, doch soll wenigstens ein Schenkel daran gerade aus gehen, und an der Spitze nur wenig eingebogen seyn, um damit in die engen und hohlen Cörper weit hinein zu langen.

Ehe ich nun hiermit die Abhandlung derer gewöhnlichen Zirkel beschliesse, so will noch eine Anweisung mit beysetzen: **Wie man in der Wahl eines Zirkels sich zu verhalten.**

§. 296.

Die Güte und Accuratesse eines Zirkels zu unterhalten.

Darbey hat man vornehmlich darauf zu sehen, daß er in seinem Gewinde fleißig gearbeitet, und dieses mit dem Stifte wohl zusammen verbunden und verwahret sey; weil es sonst bey dergleichen Instrumenten in diesem Stücke wie bey den Menschen zu geschehen pfleget, daß so lange der Kopf nicht seine Richtigkeit, auch lauter Actiones voller Fehler und Mängel entstehen müssen. Man kann aber dieses entdecken, wenn man den Zirkel in beyde Hände nimmt, und ihn gemach einige mahl auf- und zuthut; denn wenn er sich nicht einmahl wie das andere fein gelinde, und ohne das geringste Stocken bewegen lässet, und keinen gleichen Gang hält, so ist es ein Merkmaal, daß das Gewinde nicht wohl eingeschnitten, und von ungleichen Flächen, oder der Stift nicht recht rund sey, und das Loch gehörig ausfülle. Hiernechst müssen auch die Stücken, so den Zirkel ausmachen, ihre gute Verhältniß gegen einander haben; daher darf der Kopf nicht allzudicke seyn, weil er sonst ausser dem Uebelstande, auch in dem Gebrauche beschwerlich; die Schenkel müssen nicht plump und unförmlich, vornehmlich aber die Spitzen nicht so kulbigt, hingegen auch nicht gar so spitzig zulaufen, daß sie nicht so schwach werden, und bey der Arbeit sich einbiegen; bey diesen allen aber müssen sie gut gehärtet, beyde scharf zugefeilet, und gegen die Erden also zusammen gepasset seyn, daß, wenn der Zirkel völlig zugedrucket, sie beyde auf das Papier nur einen Punct einstechen, und folglich untheilbar in eine Spitze zusammen laufen. Ingleichen lässet sich auch daran der Fleiß eines Mechanici erkennen, wenn beyde Spitzen, und das Mittel des Kopfes, wenn der Zirkel am weitesten geöffnet, in einer geraden Linie stehen.

§. 297.

Da ich kurz vorhero von denen Dick-Zirkeln gehandelt, so kann hier nicht umhin gehen, noch eine Art zu gedenken, die von Herr Wurzel-Bau seinem *Micometro* entlehnet, und Tab. XX. *b* Fig. III. nach der Länge, und Fig. IV. nach der Breite in Profil zu sehen; darbey noch anzumerken, daß in beyden Profilen die darzu gesetzten Buchstaben einerley Bedeutung haben. Es bestehet aber dieser Zirkel aus einem oblongen Gehäusse *abcd*, in dessen schmahlen Wänden lieget die Schraube *S*, mit ihren Zapfen *ef*, horizontal, an das bey *f* noch durch die Wand *bd*, und durch die an diese Wand befestigte Scheibe *gg* hervorragende Theil ist ein Zeiger angemachet, der sich mit der Schraube zugleich, vermittelst einer daran gesteckten Kurbel, umdrehen lässet: die Scheibe kann nach Gefallen in 100, und noch weit mehrere, ja 1000 Theile getheilet seyn, *hh* ist eine horizontal-liegende Stange, an deren einem Ende *i* eine Zirkel-Spitze, an dem andern aber eine Schrauben-Mutter *k* perpendicular angelöthet, damit durch die Umdrehung der Schraube *S* sich die Stange *h* mit ihrer Spitze *i* zu der andern Spitze *o* hin und wieder davon winden lasse: bey *l* ist ein Griff, das Instrument daran bequem halten zu können.

§. 298.

Zu der Zubereitung dieser beschriebenen Construction gehöret demnach, daß man die Spitzen fein perpendiculair mache, und im übrigen gehörig zusammen passe, auch hiernechst die Oeffnung bey *h* so scharf als möglich nach der viereckigten Stange ausschneide, damit wenn diese heraus gewunden, sich nicht durch ihr hin- und herwanken Unrichtigkeit in

dem

dem Abnehmen verursache, weil eben dieser Ort so viel ist als den andern Zirkeln der Kopf. Zu diesem Ende wollte ich über die an den Seiten angemachte Leisten Fig. IV. *n n* inwendig noch in einer nicht allzulangen aber recht eingeschmergelten Hülse *m m* die Stange *h* gehen lassen, daß sie um so viel weniger schlaudern noch die Spitze *i* sich verrücken könne. Die Abtheilung der Scheibe muß mit möglichstem Fleiße geschehen, je besser und in desto kleineren Theilen aber eine Grösse soll abgenommen werden können, je desto kleiner und enger muß auch das Gewinde an der Schraube seyn.

Der Gebrauch bestehet darinnen:

Einen nicht allzugrossen Cörper zwischen die Spitzen zu fassen, und dessen Diametrum zu finden; ingleichen die allergeringste Differenz zweyer oder mehr Diametrorum und anderer Längen nach einem gewissen Maaße zu determiniren und zu erklären. Wie ich denn vor einigen Jahren Herrn Kunau, ehemaligen hiesigen Cantori, einem in der Mathesi nicht unerfahrnen Mann, dergleichen, zu Untersuchung der Saiten auf die Instrumenta verfertigen müssen.

§. 299.

Wie nun diese vorher beschriebene Arten der Zirkel wohl von vielfältigem, ja ganz unentbehrlichem Gebrauche in der Geometrie und denen darauf sich gründenden Wissenschaften, so können solche dennoch nicht bey allen vorkommenden Fällen appliciret und gebrauchet werden. Dannenhero ist man noch auf andere Instrumente bedacht gewesen, welche sich sonderlich zu Beschreibung der grossen Zirkel gebrauchen lassen, und unter andern ihren sonderbaren Nutzen in der *Catoptrica* und *Dioptrica* geben, weil die geschliffenen concaven und converen Gläser nichts anders als kleine ausgeschnittene Stücke aus großen Zirkel-Flächen vorstellen.

Zu denenjenigen großen Zirkeln, wo man den Radium nicht wohl mit dem gemeinen Zirkel fassen, und damit die Peripherie beschreiben kann, wird der sogenannte

Stangen-Zirkel

gebrauchet. Dieses Instrument Fig. V. bestehet aus einer viereckigten prismatischen Stange, so höchstens drey Fuß lang: an deren einem Ende ist eine genau über diese Hülse *A* mit einer perpendicular unter sich stehenden Spitze *B* befindlich, welche Spitze ausgeschraubet und mit einer andern, sonderlich zum Schreiben dienenden, verwechselt werden kann; damit nun diese Spitze auf ein Haar zu stellen, hat die Hülse an dem Kopf eine einwärts gehende Schraube C, welche, weil die Stange selbst an eben diesem Ende eine Mutter D hat, auch daher hinter dieser so lang als die Schraube ausgefeilet ist, gedachte Hülse mit ihrer Spitze gegen die andere, so viel der Raum verstattet, hin und her rücket; Die andere Spitze *E* aber lässet sich nebst ihrer Hülse an der Stange nicht nur auf- und abschieben, sondern auch durch die Schraube *F* feste stellen. Bey dieser letzten ist noch zu behalten, daß sie inwendig unter der Stell-Schraube *G* mit einem über die Stange liegenden Bleche *H* versehen, welches verhindert, daß wenn die Schraube angezogen, die Stange durch ihr Umdrehen, und den dadurch entstehenden Eindruck, keine Gruben bekomme, und dieses nachdem keine Unrichtigkeit verursache.

Weil im übrigen alles, was zu einer richtigen Zubereitung vonnöthen seyn möge, schon aus dem vorhergehenden abzunehmen, und alles nebst den, wie dergleichen Zirkel zu stellen und zu gebrauchen, gnugsam aus der entworfenen Figur zu erkennen, so will hier in fernerer Erklärung nicht weitläuftiger seyn, sondern den Raum zu folgender noch vor uns habenden nöthigeren Instrumenten vorbehalten.

§. 300.

§. 300.

Nicomedes Instrument.

Die alten Geometræ, welche sehr eifrig um viele ihnen annoch dunkele Wahrheiten bekümmert und bemühet gewesen, die von selbigen nöthige und vollständige Begriffe mit Ernste zu suchen, haben dadurch zu mancherley schönen Erfindungen Anlaß gegeben. Zu diesen sind nebst vielen andern vornehmlich zu rechnen **die Erkänntniß der Eigenschaften und Arten der krummen Linien.** Und ob wohl bey unserm gegenwärtigen Vorhaben es noch nicht Zeit von der höheren Geometrie, dahin diese Materie gehöret, zu handeln, so kann doch nicht umhin des *Nicomedis* besonderen Instrumentes, durch welches er in einer steten Bewegung ein Stück einer krummen Linie beschreiben kann, darinnen die zwischen denen zwey äussersten gegebene Ordinaten beständig proportional seyn, in so weit zu gedenken, weil diese Linie ein mit dem allergrösten Radio beschriebenes Stück eines Zirkels vorstellen kann.

Diese Linien num, so eben *Nicomedes* erfunden, wird **Conchois oder Muschel-Linie** genennet, und ist zweyerley Art. Ihre Eigenschaft bestehet darinnen, daß sie sich der Linie *M P* oder ihrer Achse durch eine Krümme nach und nach nähert, und doch niemahlen daran kommet. *Blondel* hat in seinem Cours d'Archidecture angewiesen, daß nach der ersten Art dieser Conchidal-Linie die Verjüngung der Säulen geschehen könne.

Die Construction dieses Instruments bestehet in folgenden: Es stehen Tabula XX. *b* zwey Lineale *M P O* winkelrecht auf einander, in der Mitte des einen *M P* ist oben ein Falz, davon ein Stückgen im Profil bey *L* zu sehen; in diesen gehet ein an einen Deckel angelötheter wohl passender Spund von Meßing, der sich darinnen hin und her schieben lässet: Auf den Deckel ist eine inwendig wie die Stange eckigt formirte Hülse mit einem Zapfen angemachet, um welchen sie beweglich ist, durch diese kann die erwehnte und nicht allzustarke Stange *T V* gestecket und mit einer Schraube bey *S* befestiget werden. Das andere Lineal hat zu beyden Seiten eben dergleichen Falze, welche durch einen über das Lineal gehenden Deckel zusammen verbunden, daß sie sich zugleich an den Lineal hin und her schieben lassen, aber auch bey *Q* durch eine Stell-Schraube fest gemachet werden können, auf diesen Deckel ist abermahlen die Stange *T V* durch eine um ihren Zapfen bewegliche runde Hülse gestecket, damit wenn der Deckel nach den Umständen an seinen Ort geschoben, und durch die Schraube *Q* zur Seite feste gemachet, die Hülse mit der Stange ihre freye Bewegung behalte.

§. 301.

Wenn nun dieses Instrument in seinen beschriebenen Theilen richtig, lässet es sich auf folgende Art gebrauchen: Man leget des Lineals Mitte über diejenige gegebene Linie, mit welcher die begehrte krumme Linie laufen soll, und dieser krummen Linie Achse, hier also zugleich die Achse der Säulen abgiebt, welche zu verjüngen, schiebet alsdenn die Spitze der Stange *T V* an den Ort wo die Linie ihren Anfang nehmen soll. Z. E. hier in *R*, befestiget nach diesem die Stange mit ihrer Stell-Schraube *S*, und unten den Spund am andern Lineale bey *Q*: rücket endlich den Spund bey *S* von *M* gegen *P*, wie es die Umstände verlangen, so wird die Spitze *T* die begehrte krumme Linie beschreiben. Der Nutzen dieser Linie bestehet, wie oben schon erwehnet, vornehmlich in der geschickten Verjüngung der Säulen bey der Bau-Kunst.

§. 302.

§. 303.

Von etwas mehrern Nutzen ist die von dem berühmten *Msr. Perrault* erfundene Manier, vermittelst zweyer an einer Achse in gewisser Distanz entferneter und von ungleichen Radiis verfertigter spitzigen Stirn-Räder, sehr grosse Zirkel zu beschreiben, wozu die sonst gebräuchlichen Stangen-Zirkel nicht mehr hinlänglich. Z. E. **Einen Zirkel zu beschreiben, dessen Diameter wohl 20 Ruthen lang, und das mit einem Rade von 10 Zollen.** Ich will hier die Beschreibung setzen, wie sie bey dem Inventore selbst in seinem edirten Vitruvio in französischer Sprache p. m. 82. und 84 gefunden wird, von mir aber in sehr wenigen verändert, in eines zusammen gezogen worden. Die Machine bestehet aus drey Stücken, und wird aus zwey Rädern *A C* Fig. VII. und einer runden Stange *B H I* zusammen gesetzet: An das eine Ende wird das grosse Rad *A* befestiget, daß die Stange oder Axis mit dem Rade sich zugleich bewegen muß. Es sind aber diese zwey Räder von ungleicher, jedoch proportionirlicher Grösse, so, daß sie sich z. E. gegeneinander verhalten wie 12 gegen 11, oder 10 gegen 9, u. s. f. auch ist das an der Stange feste Rad jedesmahl das gröste. Um nun gewisse Zirkel mit diesem zu beschreiben, muß man diese zwey an einer Achse befindlichen Räder voneinander rücken, und eben das bewegliche, wenn es an gehörigen Ort gestellet, durch die Schraube *D* feste stellen. Es ist demnach die Axis von *H* bis an den Ort, wo das andere Rad inwendig dem festen Rade *A* am nähesten gerücket, gleich einem Maaßstabe in gleiche Theile, deren 1. 2 bis 300 und noch mehr seyn können, getheilet, welche man als Ruthen, Schuh und Zoll annehmen und damit die Grösse des Diametri zu den gegebenen grossen Zirkel determiniren kann; Denn je weiter das Rad *C* von dem andern nach dem Ende der Stange *H* gerücket wird, einen desto grössern Zirkel beschreibet das Rad *A*. Die Ursache dessen kann jeder leichte finden, so man sich nur diese zwey Räder als die obere und untere Fläche eines abgekürzten Coni vorstellet, je länger nun der Conus angenommen wird, desto weiter können auch die Räder voneinander zu stehen kommen, und also muß auch das äusserste Rad *A* einen desto grössern Zirkel beschreiben. Denn wenn ich zwey Conos von gleicher Basi annehme, den einen aber wohl dreymahl höher mache als den andern, so wird mir dieser lange Conus auch gegen den kurzen einen weit grösseren Zirkel in seinem Umlaufe beschreiben, weil es hier nicht auf die Peripherie der Basis, sondern vornehmlich auf die Entfernung des Verticis von der Basi ankommet, der Vertex aber wird immer weiter hinaus gerücket, je weiter das kleine Rad *C* nach dem Ende der Axi *H* geschoben werden kann, und je mehr dieses kleine Rad der Grösse des grossen *A* beykommt.

Wenn nun zu dem Radio eines Zirkels z. E. 30 Fuß gegeben wären, und ihr sollet mit diesem Instrumente dergleichen Bogen beschreiben, das grosse und kleine Rad aber hätten gegen einander die Proportion wie 10 zu 9, so gedenket, ein jeder Fuß sey wie auf der Achse des Instruments in 1. 2 oder 300 Theile getheilet, und sprechet demnach

das grosse Rad	giebt den kleinen	was werden geben
10 - - - -	9 - - -	30, 00. Fuß.
	3000	
	27000	
	10) ———	
	2700	

Diese durch die Operation gefundene vierte Proportional-Zahl 2700 von den angenommenen 3000 Fuß abgezogen, bleiben 300 übrig, um so viel Theile wird das be-

wegliche Rad von dem unbeweglichen entfernet, und allda befestiget. Hierauf setzet man das grosse Rad auf den vorgegebenen Anfang des begehrten Crayses, und walzet das Instrument mit den Spitzen etwas eindrückend für sich fort, so werden diese Spitzen den begehrten Zirkel beschreiben.

Dieses, was oben bereits von dem abgekürzten Cono erwehnet, zu erweisen und begreiflich zu machen, habe Figuram VIII. noch beygefüget, allwo durch punctirte Linien der Conus ganz vorgestellet ist. Wenn nun dieser nach der Linie CE durchschnitten, und der Theil CFE an der Achse GF hinaus gezogen worden, so wird auch zugleich die Achse GF von der Horizontal-Linie EF eleviret, und folglich rücket der Vertex auch weiter auf der Linie EF hinaus. Sonst habe ich auch die Spitzen nur auf denen Seiten der Räder, die gegen einander stehen, gesetzet, und ihre Form etwas verändert, vorgestellet, weil solches mit den Abtheilungen auf der Achse genauer eintreffen möchte.

An oben angezogenem Orte erwehnet *Msr. Perrault* von einer noch andern Machine, dadurch man ebenfalls grosse Zirkel beschreiben könne, und bestehet solche in einem Triangel, davon zwey Schenkel ab und cb Figura IX. an zwey ausgesteckten Puncten ab, welche die Terminos von der Chorda des verlangten Kreiß-Stückes bemerken, sich verschieben lassen, und mit der Spitze ihres Winkels c das begehrte Bogen-Stücke beschreiben, wie der Grund darzu an der gedachten Figur vorgestellet. In der X. Fig. aber sind die Schenkel ac und bc nicht nur mit noch zwey andern gleich-langen Schenkeln oder Armen df und ef verbunden, welche eine Hülse f an einem Lineal auf- und abschieben, sondern es könnte auch auf dieses Lineal cg eine Abtheilung gemacht werden, darnach sich Zirkel von unterschiedener Grösse und gegebenen Radiis beschreiben lassen; denn es beruhet der ganze Grund dieser Machine in dem einigen Satze: Je stumpfer der Winkel acb, und je weiter die Puncte ab von einander, desto grösser ist der Radius, und der damit geschriebene Bogen.

§. 304.

Wie dergleichen Instrument zu gebrauchen.

Nachdem euch der Diameter zu einem Glase oder Spiegel gegeben, und der Sagitta oder die Dicke desselben auch bekannt, so traget beyde bekannte Stücken auf zwey gerade Linien, die einander in rechten Winkel in der Mitte schneiden, dergestalt, reißet eine gerade Linie, und setzet darauf den Diametrum des Glases, halbiret selbige, richtet in der Mitte eine Perpendicular auf, und auf diese traget die Dicke des Glases oder den Sagittam; in die Terminos des Diametri stecket zwey Spitzen, oder an deren Stelle ein paar runde glatte Nägel perpendicular feste, leget euer Instrument also an selbige an, daß, indem ihr solches bey dem Lineal cg haltet, und die Spitze in die ausgesteckte Dicke des Glases auf dem Perpendicul stellet, ihr die Hülse f daran so lange vor oder hinter rücket, bis die Schenkel ac und bc an die ausgesteckten Spitzen anzuliegen kommen, und das Lineal cg die unter sich verlängerte Perpendicular auch zugleich decke. Wenn dieses in allen richtig, machet ihr die Hülse an dem Lineal cg durch ihre Stell-Schraube feste, daß die Schenkel ac und bc sich nicht wieder verrücken können, und wendet die Spitze des Instruments, indem ihr die Schenkel beständig an die ausgesteckten Spitzen andrücket, durch das Lineal cg von einer Spitze zur Seiten, bis zur andern, so ist geschehen, was man verlanget.

Das

Das XX Capitel.
Von dem Lineale.

§. 305.

Was das Lineal vor ein Instrument, wird wohl nicht nöthig seyn weitläuftig zu erklären, weil es einen jeden von Jugend auf bekannt. Es ist nemlich eine nach gerader Linie gehende Fläche Fig. I. Tab. XXI. *a*. Wir wollen uns demnach so gleich um dessen Materie, Construction, richtige Ausarbeitung, Justirung und Probe bekümmern, und denn dessen unterschiedene Arten und ihren Gebrauch in Betrachtung ziehen, bey welchen allem der Fehler und Gebrechen, wie auch der Verbesserung gedacht werden soll.

Die Materie, daraus dergleichen Instrument zu verfertigen

kann zwar Holz, Kupfer, Meßing, Stahl, Eisen, und dergleichen seyn, doch wird am meisten hartes Holtz oder Meßing darzu gebrauchet. Weil aber auch das härteste Holz der Veränderung unterworfen, und leichte Unrichtigkeit zuwege bringen kann, ob das Lineal schon anfangs auf das genaueste justiret, so ist allerdings wegen beständiger Accuratesse das Meßing dem Holze vorzuziehen. Wiewohl nicht zu läugnen, daß in dem Gebrauch das Meßing das Papier, wenn es oft darüber geschoben wird, schwärzet, hingegen ist auch das Mittel nicht unbekannt, daß man die untere Fläche entweder mit saubern Papier überziehe, oder, welches besser, selbige gar mit polirtem Stahl überlege.

§. 306.

Bey ihrer Ausarbeitung ist hauptsächlich darauf zu sehen, daß, weil ein Lineal nichts anders als der allerkürzeste Weg zwischen zweyen Terminis oder Puncten, welches eben der Begriff einer geraden Linie, auch dieses die Eigenschaften einer geraden Linie an seinen beyden äussersten Seiten habe; Ingleichen soll diejenige Seite, daran die Linien gezogen werden sollen, etwas abgeschärfet seyn, um desto bequemer wahrzunehmen, ob man auch richtig anlege. Sonst kann dieses insgemein eingetheilet werden in das einfache oder eigentlich so genannte Lineal, und in das doppelte oder *Parallel*.

§. 307.

Wie ein Lineal zu probiren.

Es ist das Lineal in der Geometrie und übrigen mathematischen Wissenschaften eines der vornehmsten, bey denen Künsten und Handwerken aber das unentbehrlichste Instrument und dannenhero soll ein jeder, auch der geringste, solches zu probiren, und dessen Richtigkeit, ehe er es gebrauchet, zu untersuchen wissen. Die Probe wird also damit vorgenommen:

Beschreibet genau an der einen Seite von *a* in *b* eine Linie, kehret das Lineal um, so, daß der Punct *b* in *a* und *a* in *b* zu stehen kommt, und habt wohl acht, ob diese Seite des Lineals die gezogene Linie überall wiederum berühre oder decke, welches nicht geschehen wird, wenn dieses Instrument an einigen Orten ungleich. Weil es aber just um die Mitte, welches oft geschiehet, ungleich seyn, und daher bey dieser Probe ohngefehr der Fehler auf einander zutreffen, und folglich nicht wahrgenommen werden könnte; so leget auch an die erste darnach gezogene Linie *ab*, indem ihr das Lineal ganz umwendet, die Seite *cd*, wenn es nun nicht just, so werdet ihr die merkliche Unrichtigkeit, entweder so, wie Fig. II. *A*

wei-

weiset, oder von vieler andern Beschaffenheit finden. Indem aber doch darbey geschehen kann, daß die eine Seite *ab* gerade, die andere *cd* aber ungleich, und man dahero in einiger Ungewißheit bleibet; so ist die sicherste Probe, wenn Fig. II. *B* eine gute Drath-Säite *ab* ausgespannet wird, wie bey einem Monochordio oder Clavier geschiehet, so man nun das Lineal auf einer feinen horizontalen Ebene also daran leget, daß gedachte Drath-Säite nahe dabey hingehet, so wird, wenn zwischen beyden an keinem Orte ein Spatium oder Oeffnung ist, das Instrument seine Richtigkeit haben.

§. 308.

Wie eine Linie abzuziehen.

Wenn denn das Lineal bey dergleichen Probe nicht bestanden, so ist solches folgender Gestalt gehörig abzuziehen, und in eine gerade Linie zu setzen: Man reibet dessen Kante auf einem harten, jedoch accurat horizontalen z. E. eisernen Plano, so lang hin und her, bis es seine Richtigkeit, doch muß bey dieser Arbeit dieses behutsam in acht genommen werden, daß man das Lineal nach einer geraden Linie, und ganz bey jedem Zug ausziehe, und ja nicht etwa in kurzen Strichen hin und her fahre. Hauptsächlich aber ist in acht zu nehmen, daß im Zuge das Lineal in allen seinen Theilen gleichen Eindruck bekomme. Weil aber dieses bey den allergrösten Fleiße kaum zu erhalten, und es darinnen bald versehen, ingl. auch bey oftem Gebrauch das allerhärteste Eisen an seinem Plano ausgeschliffen werden kann, wenn das andere daran sich reibende Planum mit ihm nicht einerley Grösse; so kann das unter Fig. III. so wohl perspectivisch, als auch in Profil vorgestellte Instrument diesen hiedurch entstehenden Mängeln und Schäden abhelfen.

§. 309.

Man lässet nemlich zwey eiserne Balken *ab* von gleicher Dicke und Länge zubereiten, und schleifet zuförderst an einen jeglichem eine Seite recht eben und horizontal, so, daß wenn diese naß gemachet und aufeinander geleget werden, sie nicht leichte auch mit Gewalt voneinander zu bringen. An beyden befestiget zur Seite noch einen andern dergleichen aber nicht gar so breiten Balken *c* und *d*, mit versenkten Stiften oder Schrauben *ee* &c. Diese schmählere Balken haben in der Mitte einen tiefen Falz, der ein wenig mehr als die Dicke eines Lineals austrägt, und nicht gar der Länge nach durch den Balken gehet, sondern es bleibet an jedem Ende noch ein Stück ganz; dieser Falz ist etwa einen guten halben Zoll tief, das übrige starke Theil wird an einigen Orten in dem Falze durchbohret, daß in selbige Löcher die Schrauben *gg* von aussen hinein geschraubt werden können.

Der Gebrauch hiervon ist folgender:

Nehmet zwey Lineale, die ihr zu justiren verlanget, bringet solche in den Falz der Balken *c* und *d*, füttert solche unten und zur Seiten aus, zwinget sie mit langen und spitzigen Keilen an, stellet sie durch die von aussen in Falz gehende Schrauben *gg* horizontal, und befestiget sie in diesem Stande vollends mit gedachten Keilen, und so sie die Länge des Falzes nicht gar ausmachen, so füllet auch diesen übrigen Raum mit einer just darein passenden Zwinge oder Zapfen aus, und gebet ja acht, daß, ehe ihr sie völlig befestiget, und vor das Wackeln oder Rücken bewahret, die Seite, die justiret werden soll, auch recht horizontal liege, und mit dem Balken eine Parallel mache, damit, wenn ihr die Balken *ab* aufeinander leget, und sie hin und her schiebet, diese Lineale auch aneinander schleiffen müssen. Dieses Schleifen soll anfangs gleich nicht allzuhart, sondern ganz gelinde geschehen: wenn solches eine Weile getrieben worden, und man siehet, daß die Lineale

neale nicht mehr aneinander schleifen, werden solche wieder ein wenig durch die Schrauben gegeneinander gerücket, und mit dieser dergestalt zuwege gebrachten Friction, die aber jedesmahl in horizontaler Länge des Lineals geschehen muß, so lange continuiret, bis beyde Lineale accurat abgezogen. Dieses Abziehen, mit dem beschriebenen Instrument, muß ganz gewiß vor den andern gebräuchlichen Arten in der Accurateße den Vorzug haben; denn weil die aufeinander liegende Balken *ab* von einer Grösse, und einander decken, ihre beyde aufeinander gehende Flächen auch horizontal, sie über dieses länger als die Lineale, so damit justiret werden, so können erstlich die Lineale von einem Ende bis zum andern ganz ausgezogen werden, vors andere geschiehet dieser Zug in einer unverrückten exacten geraden Linie, wegen der Balken, und denn letztens auch, aus eben der Ursache, mit einem überall gleich empfindenden Eindruck an allen Theilen des Lineals, welche drey Stücken hauptsächlich bey Justirung eines Lineales sehr wohl in Acht zu nehmen.

§. 310.

Wie sich nun sehr ofte Gelegenheit ereignet, daß man in vorgeschriebener Weite mit einer vorgezogenen geraden Linie eine, oder auch mehrere parallel ziehen soll; so hat man anfangs ein Mittel gefunden, durch zwey mit gleich-langen Schenkeln aneinander gehangenen Linealen dieses zu verrichten; daher auch diese Instrumenta Parallel-Lineale sind betitelt worden. Ihre Construction bestehet darinnen: Es werden Figura IV. zwey auf vorhero beschriebene Art justirte Lineale erwehlet, auf jedem wird in der Mitte der obern langen Fläche eine blinde Linie gezogen; hiernechst machet man 2 gleich-lange, doch nicht allzustarke, meßingene Schenkel *abcd*, die bey ihren Enden durchbohret, und mit Stiften *e* an die Lineale in der angemerkten Mittel-Linie befestiget werden. Mittelst zwischen den beyden Schenkeln schraubet noch in das Lineal ein Knöpfgen *f*, dieses dadurch auf einer Fläche bequem zu dirigiren und zu rücken. Die Richtigkeit des Instruments, beruhet auf der Zubereitung und Befestigung der Schenkel *abcd*; denn vornehmlich sollen sie gleich lang, und an ihren Enden, wo die Stifte hinein kommen, fein gleich und gerade durchbohret seyn, dahero die, so auf einem Lineale zu stehen kommen, übereinander, und zugleich durchbohret werden müssen. Hiernechst müssen auch die auf den Linealen Wechsels-weiß einander entgegen liegende Theile *abcd*, wo die Stifte hinein kommen, sonderlich wenn die Schenkel schief geleget werden, gleich groß seyn, also ist *Aa* so groß als *Dd*, und *Bb* ist gleich *Cc*. Endlich sollen die Löcher zu den Stiften in der Mittel-Linie stehen, und fein gerade durchgebohret seyn, auch nicht grösser oder weiter werden, als die in den Schenkeln würklich seyn, damit, wenn die Stifte behutsam eingeniethet, die Schenkel an den Linealen nicht schlaudern, doch dürfen sie sich auch nicht zwingen.

Dergleichen Lineale aber haben diesen allgemeinen Fehler: daß sie sich, wegen der kurzen Schenkel, die keinmahl so gar lang genommen werden können, nicht weit voneinander schieben lassen, sondern, wenn die Distanz ein wenig groß, in welcher man zwey Linien miteinander parallel ziehen soll, das hintere immer dem fördern nachgerücket werden muß, worbey das Lineal sich ofte gar verrücket, und wird die Operation unrichtig, oder muß diese wieder von neuem anfangen. Zu diesem Ende sind einige auf die Verlängerung der Schenkel, und daß das Lineal sich weiter aufschieben möge, bedacht gewesen, wie in Fig. V. und VII. vorgestellet wird, wodurch zwar dem gedachten Mangel in etwas abgeholfen worden; hingegen ist in einem andern Stücke dem Instrumente ein Abbruch zugewachsen; denn zu geschweigen, daß bey Vermehrung der Theile oder Stücken, die ein solches Parallel ausmachen, auch mehr Fleiß in der Zubereitung er-

fordert, und dannenhero balde etwas versehen wird, so das Instrument unrichtig machet; so ist doch dieser Ausspruch unwidersprechlich; Je mehr Rieten oder Schrauben an dergleichen Instrumente, desto eher wird es wandelbar und mangelhaft, und lehret genugsam die Erfahrung, wie lange die auch mit dem besten Fleiße verfertigte an den Rieten und Schrauben beständig bleiben. Es müssen die Rieten oder Schrauben, soll das Lineal richtig seyn, in etwas angezogen werden, daß die Schenkel nicht schlaudern; dadurch entstehet aber eine Friction, die bey oftem Gebrauch die übereinander liegende Theile Figura VII. *B* abnützet, und folgends ein Wackeln verursachet, daraus hernach Unrichtigkeit erwächset. Diesem aber abzuhelfen, habe ich unter die Schenkel Figura VII. *A* eine Feder geleget, welche, vermöge ihrer Elasticität, selbige beständig an die eingesteckten Köpfe der Rieten oder Schrauben andrücket, und dahero, nachdem schon die übereinander liegende Theile durch die Friction sich etwas abgenützet, wie bey *C* zu sehen, werden die Schenkel doch von der Feder an dem versenkten Kopf angedrücket, und dadurch auf weit längere Zeit, als sonst geschiehet, das Lineal in seiner Richtigkeit behalten.

§. 311.

Nun hat wohl dieses bis anhero beschriebene Instrument seinen unwidersprechlichen Nutzen in Ziehung einiger Parallelen, dazu die Weiten mit dem Zirkel vorhero abgestecket und determiniret worden. Allein weil eben die vielen Puncte in sauberen Rissen, wo man sonderlich in der Militair-Architectur viele solche Parallelen hinter einander ziehen muß, einen Uebelstand zuwege bringen können, und auch in Ansehung derer selben viel Zeit vertrieben wird; so hat man schon vor vielen Jahren in dergleichen Fällen

ein Rectangulum Triangulum

erwehlet, Fig. VIII. *ABC*, so aus harten Holz oder Helfenbein gehörig zubereitet wird, davon die Hypothenusa *AC*, wenn sie an einen Maaßstab oder Lineal geleget, und an selbigen als einem Plano inclinato herunter geschoben wird, verursachet, daß von der Basi *BC* bey jeder Verrückung eine Parallel-Distanz gemacht wird. Sollen nun diese nach einen gewissen Maaß genommen werden, so kommt es nun darauf an, wie groß der Winkel *BCA* an dem Rectangulo gemachet werde, denn je grösser derselbige, desto weiter ist die Distanz der Parallelen, und dannenhero machet diese an einerley Maaße *DE* bey einem grössern Winkel *Y* Fig. IX. nur einen Theil aus, da bey einem kleinern Z zweyer solcher Theile auf eben diese Distanz gehen, oder daß ich mich deutlicher erkläre: wenn ich den Triangel mit dem grossen Winkel *Y* an den Maaßstab *DE* um zwey Theile von der Linie *DD*, und also bis hier an die Zahl 3 herunter rückte, gleich wie der andere Triangel mit dem kleinen Winkel *Z* um so viel gleich grosse Theile von eben der Linie würklich entfernet; so würden diese nach einerley Maaße gemachte Distanzen um ein gar merkliches differiren, wie die punctirte Linie in den Triangel *Y* zeiget.

Hiervon werde gründlicher, mit Gottes Hülfe, in dem *Theatro Architectonico* handeln, da von dergleichen Instrumenten abermahlen zu reden Gelegenheit, und vielleicht mehrern Raum übrig haben werde.

§. 312.

Dieses aber hat Herrn Johann Christoph Barnickeln, einen in verschiedenen mathematischen Wissenschaften gar habilen Mann, auf die Gedanken gebracht, ein Instrument zusammen zu setzen, das nach allen Winkeln könne geöffnet und bey allen vorgegebenen Maaßstäben gebrauchet werden. Er betitelt solches *Instrumen-*

tum Polygraphicum, oder ein mathematisches Werkzeug, vermittelst dessen die Parallel-Linien in Militair-Civil- und andern Rissen nach allen beliebigen Maaßstäben, ohne Zirkel, Winkelhacken, Parallel-Lineal, Transporteur und dergleichen, in ihrer richtigen verlangten Proportion und Distanz ohne Rechnung und besondere Schwierigkeit gezogen werden können, und hat eine Beschreibung nebst dem Gebrauch davon in 15. Bogen Text nebst gar reinen darzu gehörigen Kupfern Anno 1724. hier in Leipzig heraus gegeben. Er hat aber dieses Instrument auf unterschiedene Art componiret, das eine Tab. XXI. *a* Fig. X. bestehet in zwo Regeln *abcd*, die durch ein verschraubtes meßingen Charnier *f* mit zweyen Enden also zusammen gefüget, daß sie sich als ein gemeiner Zirkel auf- und zuthun lassen. Damit nun dieses Instrument zugleich einen Winkelhacken abgeben könne, und die Schenkel *cd* und *ab* in ihrer weitesten Oeffnung einen rechten Winkel ausmachen, so sind diese beyde Lineale bey *b* und *d* nach einem Winkel von 45° eingeschnitten; bey *c* ist ein meßingen Transversal-Schenkelgen *eg* mit einer Schraube befestiget, welcher sich um diese bewegen lässet. Dieses Schräubgen *c* muß wohl dauerhaft, und nicht allzuschwach zubereitet werden, weil, wenn es balde auslaufen, und der Schenkel etwann wackelnd werden solte, das Instrument alsdenn unrichtig wird. In das Lineal *cd* ist eine Crena *ir* geschnitten, die auf der untern Seite einen etwas breiteren vertieften Falz hat, wie bey *pqxt* ins besondere gezeichnet, damit das meßingen Blättgen *m* an der Schraube *no* oder *rh* sich genau in den Falz schicke, und ohne Wanken bey Auf- und Zuthun der Lineale, sich ohne fernere Mühe von selbst hin- und herschieben lasse, wenn vorhero alles gehörig in den Falz gebracht, zu welchem Ende auch das Schräubgen *no* unten bey *n* einen kleinen Absatz hat, der sich just in die Crenam bey *z* schicket. Will man nun das Instrument in der einmahl genommenen Oeffnung fest behalten, so darf nur das Müttergen *hr* scharf zugeschraubet werden. Bey *k* ist eine kleine Zunge, die sich herum drehen lässet unter das Klämmergen *l* daran dessen Schärfe mit dem Lineal *ab* einen rechten Winkel machen muß, denn es ist diese gleichsam der Zeiger, damit auf dem zum Instrument gehörigen Maaßstabe die Ruthen, Schuh und Zoll abgeschnitten werden.

§. 313.

Zu diesem Instrument und dessen Gebrauch ist auch noch ein Maaßstab Figura XI. nöthig, wozu man füglich das Rheinländische erwehlen kan, weil dieses das allgemeine Ingenieur-Maaß; wie denn eben dieser *qr* von gedachten Maaß 10 Zoll, 5 Scrupel lang, 1 Zoll und 9 Scrupel breit, und in 1000 Theile getheilet ist. Unter diesen werden derer noch viele von verschiedener Grösse vorgestellet, und sind deren Längen hier unter den Buchstaben *abc* &c. zu sehen, derer Anzahl bis auf 14 sich erstrecket. Wie nun oben bey dem Triang. rectangulo erwehnet und gewiesen worden, daß es auf den Winkel ankomme, den die Hypothenusa mit der Basi mache, denn je grösser dieser Winkel, destomehr Theile von einem Maaße gehen auf die Oeffnung oder die Distanz zweyer parallelen Figura IX. also ist auch hier bey diesem Instrument vornehmlich zu suchen: Wie weit denn dasselbe vor jedem gegebenen Maaßstab zu öffnen, oder was mit demselben vor ein Winkel müsse construiret werden, damit, wenn der Schenkel *ab* nach einem gewissen Maaß fortgerücket wird, und an der äussern Schärfe des andern Schenkels *cd* die Parallelen gezogen werden, solche in einerley Proportion, jedoch nach einem beliebigen kleinern Maaßstab, als der grosse *qr*, voneinander abstehen.

§. 314.

Den Winkel des Instruments vor jeden gegebenen Maaßstab Trigonometrice zu finden.

Nehmet das vorgegebene Maaß, z.E. *a* mit dem Zirkel auf der Scala *q r* gehörig ab, und merket daß es darauf $\frac{134}{1000}$ beträget; saget alsdenn: Wie sich die Hypothenusa *b e* = 1000 zu den Sinum des gegenüberstehenden Winkels *f* = 90°, oder den Sinum totum verhält; also die Seite *b f* = 134 zu dem Sin. des Winkels *b e f*, oder zur Oeffnung des Instruments.

Das Exempel stehet also:

Ut *b e* = 1000 = Log.		30000000
Ad Log. Sin. Tot.	=	100000000
Sic *b f* = 134 = Log.		21271048
		121271048
Ad Log. Sin. Ang. *b e f*	=	31271048 = 7°, 42′.

Hieraus sehet ihr nun, daß das Instrument mit seinen Linealen inwendig bey den Charnier einen Winkel von 7°, 42′ machen soll; wenn ihr das Instrument nach diesem Winkel geöfnet, (welches geschiehet, wenn ihr den gefundenen Winkel *b e f* auf das Papier Fig. XII. beschreibet, an die Linie *e f* die innere Seite des Lineals *a b* leget, und das andere *c d* aufthut, bis dessen innere Seite das Latus *e b* oder die Hypothenusam in dem Rectangulo anrühre) so schraubet das Müttergen *h* feste, und notiret genau an der Schärfe *g g* des Transversal-Schenkels *g e* auf das zu dem Ende darunter gelegtes Blättgen *u g h y* den Ort durch eine Linie mit einer sehr spitzigen Nadel vorgerissen, und setzet darneben noch ein Merkmaal, womit das gegebene Maaß, dazu dieser Winkel gefunden worden, als hier *a* ist, auch bezeichnet worden, damit ihr das Instrument allezeit wieder in diese Oeffnung, wie es das Maaß *a* erfordert, stellen könnet, wenn ihr nemlich die Schärfe *g g* wiederum an diese bezeichnete Linie zu den gegebenen Maaß *a* gehörig rücket. Und also verfahret ihr mit allen übrigen gegebenen Maaßen.

§. 315.

Das Instrument und Lineal ohne Hülfe der Trigonometrie zusammen zu richten, das ist, die gehörigen Oeffnungen des Instruments vor alle beliebige Maaßstäbe durch bloßen Versuch zu finden, und auf den meßingen Blätgen *u g h y* Tab. XXI. *a* oder auf den meßingen Schenkel *f g* Tabula XVIII. Fig. II. mit nöthigen Linien zu notiren.

Richtet auf einer geraden Linie *p q* eine Perpendicular-Linie *z x* auf, und traget aus *z* alle Maaßstäbe, die sich auf dem Lineal Tabula XXI. *a* Figura XI. befinden, oder euch sonst vorgegeben worden. Wenn dieses geschehen, so leget das Instrument mit der Schärfe der Regel *c d* an die Linie *p z*, schiebet das Lineal mit dem 1000-theiligen Maaßstab an die andere Regel, oder an den andern Schenkel des Instruments *a b*, daß das herausgeschlagene Zünglein *k* auf den Anfang *o q* der Scalae zu stehen komme. Rücket das Instrument über den ganzen Maaßstab, bis das Zünglein 100. *r* abschneidet, und sehet, ob die Regel *c d* den ausgesetzten Punct *a* auf der Linie *z x* berühre,

wo nicht, so machet den Winkel eures Instruments so lange grösser oder kleiner, bis es eintrifft, alsdenn notiret auf dem Schenkel *fg*, oder dem Blättgen *ughr* diese Oeffnung durch eine Linie, mit den dazu gehörigen Buchstaben, oder andern Zeichen, so ist geschehen, was man verlanget.

Und eben auf solche Weise können alle Winkel und Eröffnungen des Instruments, vor die auf dem Lineal befindlichen Maaße, durch Versuchung noch ziemlich accurat gefunden werden; es ist aber auch etwas mühsam.

§. 316.

Wenn ein Riß verlanget wird nach einem Maaßstab, der nicht unter denen auf dem Lineal verzeichneten anzutreffen, so lässet sich das Instrument auf eine leichte mechanische Art öffnen und stillen: Traget euren gegebenen Maaßstab *xw* auf das beschriebene Lineal Fig. XI. Tab. XXI. *a* und beobachtet zwischen welche Scalas solcher alldorten eintreffe, z. E. zwischen *ml*, und zwar also, daß er zwischen *m* und *l* nur $\frac{1}{3}$ hingegen von *l* gegen *m* $\frac{2}{3}$ entfernet ist, derowegen sollet ihr das Instrument also öffnen, daß es zwar einen grössern Winkel machet, als sonst vor den Maaßstab *l* nöthig, hingegen muß der Winkel auch kleiner seyn, als ihn der Maaßstab *m* erfordert; Dieses wird am füglichsten angehen, wenn man das Spatium zwischen *m* und *l* auf den Schenkel *fg* des Instruments Tab. XVIII. Fig. II. nur durch das Augenmaaß in drey Theile eintheilet, und selbiges um $\frac{2}{3}$ weiter von *l* gegen *m* öffnet bis auf *w*, so wird sichs zeigen, daß ihr ohne einigen Fehler operiret, ohngeachtet diese Eintheilung nur mechanisch und nach Gutdünken genommen.

§. 317.

Der Gebrauch dieses Instruments bestehet in dem Vortheil, daß man des verdrüßlichen Meßens auf der Scala und des Abtragens mit dem Zirkel entübriget seyn, auch alles viel accurater dadurch als auf andere Art verrichten und auftragen kan. Denn wenn nach den kurz vorhero beschriebenen Arten der Winkel des Instruments zu dem vorgegebenen Maaße gefunden, und dieses einmahl darein fest gestellet worden, so wird das Zünglein *k* heraus geschlagen, daß es mit dem Lineal seinen rechten Winkel machet; hernach leget man das Instrument also an den Ort, wo die Operation angefangen werden soll, daß der Schenkel *cd* von aussen just in der Ordnung da zu liegen komme, wo die erste Linie ihrer Beschaffenheit nach soll gezogen werden. Endlich wird das Instrument mit der linken Hand feste gehalten, und der dazu gehörige oben beschriebene Maaßstab dergestalt an den andern Schenkel *ab* geschoben, daß die Zunge *k* mit ihrer Schärfe just auf den Anfang des Maaßstabes *qr* bey *oq* zu stehen komme. Man muß aber nicht nur beyde Stücke, nemlich den Maaßstab und das Lineal genau aneinander legen, sondern auch sonderlich das Lineal mit den Maaßen, feste aufdrücken, daß es nicht rücke.

Weil aber in der Bau-Kunst die Ordnungen, und alles was aus selbigen genommen, nach Moduln gezeichnet und berechnet wird, so hat man einen andern Maaßstab *AB* nöthig, der, wie der Modul, das ist der Radius oder Semi-Diameter einer jeden Säule, 30 gleiche Partes, und solcher etwa 300 an seiner Länge habe.

§. 318.

Das bishero beschriebene Instrument auf eine andere Art zu verfertigen.

Tabula XVIII. Fig. II.

Es werden ebenfalls zwo Regeln *ab* und *cd* durch ein meßingen Gewinde *e* an einander befestiget. Bey *a* ist ein meßingener Schenkel *fg* also angemachet, daß er sich willig um den Rieth *f* herum beweget. Seine Länge kann etwa mit der Länge der Regel *ab* überein kommen, damit das Instrument commode bey sich zu führen, wenn dieser Schenkel *fg* auf die Regel *ab* herumgeschlagen worden; *ih* ist ein meßingen gekröpftes Blättgen, welches auf die Regel *cd* bey *i* feste geniethet. Die Kröpfung bey *h* muß also abgepasset werden, daß der meßingene Schenkel *fg* feste zwischen der Regel *cd* und dem Blättgen *hi* gehe, sonst würde sich das Instrument im Gebrauche leichte verschieben lassen, und nicht feste stehen bleiben. Bey *k* ist eben das Zünglein, welches die Ruthen, Schuh und Zolle rc. auf dem Maaßstabe abschneidet.

§. 319.

Wollet ihr das Instrument auf die oben gedachte 14. Maaßstäbe richten, so müsset ihr, wie erst gewiesen, procediren, nur daß der Winkel oder die Oeffnung von jeden Maaßstab auf dem Schenkel *fg* mit einer Linie und darzu gehörigen Buchstaben an der Schärfe des Blättgens *hi* marquiret werde, wie an der Figur selbst alles deutlich zu ersehen.

§. 320.

Diese Verbesserung ist billig dem ersten Invento vorzuziehen, weil auf den Schenkel *fg* die Abtheilungen vor die Oeffnungen bequemer zu machen, vornehmlich aber weil das Instrument im Gebrauche beständiger und in besserer Richtigkeit bleiben kan, als bey den Transversal-Schenkel, daran es gar leichte wandelbar werden könnte. Doch wäre auch, wenn einem Liebhaber eher das mit dem gedachten Transversal-Schenkel anstehen solte, diesen in so weit abzuhelfen: wenn nemlich diesen eine Feder untergeleget würde, die mit ihren einem Ende nach der Schraube *h* zu durch Niethen unten an den Schenkel zu befestigen, wie ich oben Fig. VII. bey dem gemeinen Parallel erinnert; denn eben auf den Transversal-Schenkel *eh* kommt die Accuratesse des Instruments an, und folglich ist er zu verwahren, daß er bey vielen Gebrauche durch die Friction nicht wackelnd werde. Hiernechst könte man den Schenkel *fg* in der Mitten durch eine gerade Linie theilen, und auf einer Seite alle Winkel bis auf 90° nebst den Minuten vor die Oeffnung des Instruments tragen, auf der andern aber einen beliebigen erwehlten Maaßstab, als den Rheinländischen, Königl. Französischen, u. s. f. doch solchergestalt, daß man die Länge just neben den Winkel exprimire und hinsetze, also, oben wurde gefunden, daß $\frac{134}{1000}$ einen Winkel von 7°, 42 Minuten erforderten, demnach setze ich neben diesen Winkel auf den Schenkel *fg* die Zahl 134. Kommt nun dereinst mir ein Maaßstab vor, der in der Vergleichung mit diesem meinem angenommenen eben so viel Theile davon hält, so bin der sonst nöthigen Rechnung überhoben. Auch wäre nicht undienlich, wenn der Schenkel *fg* mit einer Stell-Schraube befestiget werde, wie sie Fig. II. angedeutet, weil es in dem Winkel gleich etwas weniger austrägt, wenn er hinaus weichen und der Schenkel *cd* an der gehörigen Linie nicht hinstreifen sollte. Ingleichen würde dieses den Gebrauch gar bequem machen, wenn man an den Lineal mit den Maaßstäben einen etwas breiteren Rand an den Enden liesse, und in selbigen an zweyen einander entgegen stehenden Ecken, bey *yz*, ein mit einer subtilen scharfen Spitze durchgehend Schräubgen anbrächte, welche, wenn der Maaßstab nach erforderten Umständen geleget, und diese Spitze ein wenig in das Planum eingedrücket, den Maaßstab von dem Verrücken abhalten würden. Endlich würde man sicher operiren, wenn die Zunge *k* an statt mit einem Klämmergen gehalten zu werden, sich gar an einem Gewinde zurücke legte, weil bey den Verschieben an den Maaßstabe

be diese Zunge unter dem Klämmergen rücken kann, wenn an diesem Orte es ein wenig abgeschliffen.

§. 321.

Allhier kan ich nicht umhin, einige Arten anzuführen, die mir von Herrn Johann Michael *Boetio*, einem fleißigen und wegen seiner Wissenschaft nicht unbekannten hiesigen Mathematico, nebst einer Beschreibung communiciret worden, welche in folgenden Instrumenten von seiner Invention bestehet, wodurch die Ausreissung der Perpendicularen und Parallelen so gleich nach beliebiger Weite und ohne sie erst mit dem Zirkel abzufassen, gar leichte von statten gehet. Dahin zuförderst gehöret

Der Parallelismus an einem Triangel *ABC*, und Lineal *FG* Tab. XXI. *b* Fig. V. VI. mit einem Maaß-Stäblein *DE* versehen, womit man ebenermaaßen die Parallelen *fg*, *hi* in beliebigen Distanzen ziehen kann.

Dessen Beschreibung lautet also:

Um der Dauerhaftigkeit willen habe sowohl den Triangel als das Lineal beyde gleich dicke von Meßing machen, und damit es nicht schmutze, unten mit polirtem Stahl belegen lassen. Man ziehet zwar damit die Parallelen, wie durchgehends allbereit zur Gnüge bekannt, allein das Maaß-Stäblein daran hat dieses besonders, daß es zugleich auch im Fortschieben die Rationes derer Weiten von solchen Parallelen mit angiebet, indem man solches gerade oder schief feste anschraubet, nachdem man nemlich die Abtheilung will groß oder klein haben; Denn schiebet man gedachtes Maaßstäblein *DE* auf das Lineal *FG*, und zwar über eine nach Gefallen angenommene Transversal *KL*, also, daß *KL* im Fortschieben des Triangels so viel Theile nach und nach vom Maaß-Stäblein abschneide, als die Distanz der Parallelen erfordern, das übrige ist in Fig. VI. deutlich vorgestellet, und können die Parallelen *fg*, *hi*, so hier bey Ermangelung des Raums unterwärts gezogen, nach eines jeden Commodité auch oben oder seitwärts aufgerissen werden. Ausser diesen bediene mich auch des ordinairen Parallel-Lineals, zwischen welchen sich noch ein dünner verjüngter Maaßstab beweget, und durch solche Bewegung zugleich die zu ziehenden Parallelen nach grossen und kleinen vorgeschriebenen Distanzen determiniret. Es kommt darbey das meiste wiederum auf den Situm perpendicularem und obliquum des Maaßstabes *AB* Tab. XXVI. Fig. I. an. Denn schraubet man diesen auf der oberen Schiene feste und gerade, so beschreibet er nach seiner Theilung die Distanz der Parallelen groß, stehet er aber schief, so beschreibet er sothane Weiten viel kleiner und enger beysammen. Damit nun solcher Maaßstab auf dem Papier nicht aufstreiche, und man seine Theilung ganz eigen sehen und abzehlen möge, muß sowohl der obere, als die untere Schiene des Parallel-Lineals bey *CD* und *EF* jenseits oder unterwärts etwas ausgehöhlet und an der unteren Schiene inwendig hinein eine etwas breite Face gelassen werden; das übrige ist sonder Schwierigkeit aus der Figur zu sehen.

§. 322.

Des gedachten Herrn Boetii sogenannter Parallel-Schieber, oder von ihm erfundenes Parallel-Lineal.

Dieses Instrument bestehet aus zwey Essential-Stücken, und ist Figura I. Tab. XXI. *b* zu sehen:

Das

Das eine Stück ist ein Lineal *AB*, so aber auf jeder Seite noch um 1 oder 2 Zoll länger seyn kan, als es hier hat gezeichnet werden können, mit einem daran fest stehenden Rahmen *CDEF*, als nemlich den Seiten *CD* und *EF*, und dem Riegel *DE*; Das andere Essential-Stück ist eine zwischen und unter solchen Rahmen liegende Platte *GHIK*, welche Figura II. a parte verzeichnet zu sehen, und daran sich die zwo Seiten des Rahmens *CD* und *EF* hin und wieder schieben lassen; denn vermittelst seines in ihnen accurat eingelassenen Falzes, müssen sie in einer steten und durchaus gleichrückenden Bewegung gehen, und muß zugleich, wenn man den gerollten Angriff *L* mit der rechten Hand fasset, mit der linken Hand aber den gerollten Angriff *M* an der Platte *GHIK* feste hält, sich der Riegel *DE* über das auf die Scheibe *NO* mitten befindliche Maaßstäblein *abc* von Theilen zu Theilen gar bequem lassen hin- und herschieben. Die Scheibe *adce*, so in die Platte von hintenher einzusetzen und zu befestigen ist, siehet man einzeln in Figura III. und stehet darauf nicht allein der verjüngte Maaßstab *abc*, sondern auch der kleine Quadrante *ad*, so, vermittelst des Schlüssels Figura IV. wenn man ihn auf den Rücken der Platte in die Scheibe *NO* appliciret, sich herumdrehen lässet, also, daß man jeden Gradum des Quadrantens zu den Indicem *f* drehen, und folglich auch den Maaßstab in einem jeden willkührlichen Situm obliquum bringen kann. Solche Platte ist unten, wie sie ausgebrochen, wie auch an den Seiten *GH* und *IK* mit polirtem Stahl unterleget, damit das Meßing nicht das Pappier berühre, noch beschmutze.

Der Gebrauch dieses Instruments ist also:

Indem sich dieser Parallelismus auf die beständig gleiche Länge derer Perpendicularen zwischen zwey oder mehrern Parallelen fundiret, hat er kein Gewinde oder Schrauben, so leichte wackelnd werden, wie die gemeinen Parallel-Lineale, sondern einen richtigen durchaus gehenden Falz, durch dessen Hülfe der Riegel *DE* über den in der Mitte stehenden Maaßstab *abc* geschoben werden kann, als welcher Maaßstab nach seiner Obliquität sich unendlich hinaus verkleinern lässet; sintemahlen er schon so groß genommen, daß man ihn in den ordinairen Rissen nicht wohl grösser brauchet.

§. 323.

Es geschiehet aber die Verkleinerung dieses Maaßstabes theils mechanisch, theils trigonometrisch. Auf mechanische Weise wird der Maaßstab verkleinert, wenn man den Riegel *DE* mit seiner Face auf das Centrum der beweglichen Scheibe *NO*, oder, welches eins auf dem 30 Theil, in *b*, das ist, in die Mitte des Maaßstabes schiebet, solche Scheibe durch Hülfe des Schlüssels Figura IV. so lange herumdrehet, bis der Perpendicul *ah* Figura. III. so klein wird, als man den Modul, oder sonst 30 gleiche Theile verlanget. Auf trigonometrische Art wird er gefunden, wenn man bekanntermaaßen inferiret, z. E. es sollen 30 Theile nur so groß als 19 verlanget werden:

30 geben 19, was geben 100000?

so kommen 63333, als der Sinus desjenigen Grades, hier 39° 18′, welchen man in den kleinen Quadranten *ad* zu den Indicem *f* drehen muß.

§. 324.

Nachdem nun der Maaßstab beliebiger maßen also eingerichtet, hält man die Platte bey dem gerollten Angriff *M*, feste auf dem Riß, und schiebet den Riegel *DE*, folglich mit ihm zugleich das obere Lineal *AB* mit der rechten Hand auf solcherley Zahlen des Maaßstabes, als die Distanzen der Parallelen *x z* seyn sollen, so bekommen solche nicht allein

allein accurat und gleichlaufende, sondern auch ohne alle mühselige Absassung und Abstichelung des Zirkels, so gleich ihre verlangte Distanzen und Verjüngungen.

§. 325.

Aus dieser angeführten, von dem Herrn Inventore selbst mitgetheilten Beschreibung, wie auch bey fernerer genauen Untersuchung, so allhier, wegen ohne dem so wenigen Raum, wohlbedächtig übergehe, wird zur Gnüge leichte so viel abzunehmen seyn, daß dieser Parallelismus allerdings wegen anderer bequemen Eigenschaften so wohl, als vornehmlich um seiner dauerhaften und beständigen Accuratesse, dem kurz vorhero beschriebenen Invento des Herrn Barnickels, den Vorzug streitig zu machen scheine, ob es gleich nicht so bequem, wie jenes, bey sich zu führen.

Da nunmehro in der Beschreibung der Instrumenten, so zu denen Handgriffen nöthig, so weit gekommen, daß man vermittelst derselben eine gerade Linie ziehen, und ihre Länge abnehmen könne; so bekomme nun Gelegenheit, von denen Maaßstäben und ihrem Unterscheide zu handeln: zuförderst aber ist nöthig, von der Theilung derer geraden Linien zu gedenken, und die Mittel an die Hand zu geben, dergleichen mit einer Behendigkeit und guten Accuratesse zu verrichten. Es handelt dannenhero

Das XXI. Capitel.

Von den Maaßstäben, und Theilung der Linien.

§. 326.

Daß die Theilung der Linien nicht nur in der Geometrie, sondern auch im ganzen bürgerlichen Leben einem jeden zu wissen eben so nöthig, als bey einem andern, der zu lesen verlanget, die Kundschaft und Erkänntniß der Buchstaben erfordert wird, dieses wird niemand in Abrede seyn, noch weniger aber mir darinnen einen Einwurf machen, wenn ich sage, daß die Theilung der Linien das allervornehmste und nöthigste Capitel der ganzen Mathesis würklich ausmache. Es ist aber darunter nicht allein die Theilung in vorgegebene und begehrte gerade Theile zu verstehen, sondern man muß auch geschickt seyn, bey verlangten ungleichen Theilen diese Theilung hurtig und bequem vor die Hand nehmen zu können.

Oben ist bey dem Proportional-Zirkel §. 282. solches zu verrichten, angewiesen worden; weil aber dieses Instrument, wegen seiner mühsamen Zubereitung, in Ansehung der vielen darauf zu tragenden Linien, allzu kostbar, und demnach nicht in aller derer ihren Händen seyn kan, die doch vielmahlen einer geschwinden Abtheilung, bey einer vorkommenden geraden Linie, vonnöthen haben; so will denen zu gute, hier ein und das andere bequeme und leichte Mittel angeben, so daß, wenn sie sich nur zu einem, das ihnen am bequemsten vorkommt, einmahl recht angewöhnet, sie ohne grosse Mühe und Zeit-Verlust sich in allen Fällen werden helfen können.

§. 327.

Der Unterscheid, den ein jeder zwischen zweyen ihm vorgelegten Grössen am allerersten durch des Augen-Maaß begreifen kan, ist zwar unstreitig derjenige, wenn eine Grösse noch einmahl so groß als die andere, noch eher aber ist wahr-

zunehmen, wenn ein Stück dem andern ganz und gar gleich. Folglich ist bey einer Linie, auf mechanische Art und durch den blossen Versuch zu theilen, dieser allererste Vortheil: wenn die gegebene Zahl der Theile sich accurat durch zwey theilen oder halbiren lässet; denn so kann eine Linie durch ofte Wiederholung der Operation, in dergleichen Theile getheilet werden. Es sind aber die meisten vorkommende nicht dieser Art, und dahero muß man, wer an dieser mechanischen Theilung einen Gefallen haben dürfte, durch öftere Uebung sich anzugewöhnen bemühet seyn, eine Linie in 3, 5, und 7 gleiche Theile durch das Augen-Maaß theilen zu können, welches eine paar-tägige Praxis leichte zuwege bringen kann. Wenn es einer nur so weit gebracht, so wird ihm die Tabula Numerorum primorum bey allen übrigen grossen Zahlen, in deren Theile eine vorgegebene Linie zu theilen, grossen Nutzen schaffen. Weil aber diese bereits in dem *Theatro Generali* p. 29. befindlich, habe solche hier nicht a part andrucken lassen, sondern nur deren Gebrauch noch an einem Exempel begreiflich machen wollen.

Der Gebrauch dieser Tafel bestehet darinnen:

Daß man daraus ersehen könne, durch was vor verschiedene Zahlen sich eine vorgegebene theilen lasse, so, bis man endlich eine Zahl gefunden, die ferner untheilbar. Die Zahlen aber, als 7, 41, &c. und alle, darneben keine Zahlen zur Seiten stehen, können gar nicht getheilet werden; hergegen sind alle die Zahlen, so in der Tafel zu finden, mit 2, oder einer andern geraden Zahl, die durch 2 kan aufgehoben werden, zu theilen und auszumessen. Sollet ihr diesemnach 315 gleiche Theile auf eine gegebene Linie Fig. I. Tab. XXII. setzen, so suchet diese Zahl zuförderst in vorhero stehender Tafel, daselbst findet ihr neben solcher die Zahlen 3. 5. 7. derohalben theilet eure Linie auch anfängs in drey Theile, suchet hernach in der Division, wie viel von 315 auf $\frac{1}{3}$ von der Linie gehen, und ihr findet 105: diese Zahl suchet nochmahlen in der Tafel, so stehen abermahlen 3. 5. 7. neben ihr, derohalben theilet $\frac{1}{3}$ von der ersten wiederum in drey Theile, durch die Division aber erfahret, wie viel auf diesem dritten Theil vom ersten $\frac{1}{3}$ oder auf dem neunten Theil der ganzen Linie, die 315 Theile ausmachen soll, kommen werden. Diesen Quotienten, welcher 35 ist, suchet nochmahlen in der Tafel auf, so weiset die darneben stehende Zahl 5, daß ihr den neunten vorhero gefundenen Theil noch in 5 theilen müsset, und weil 5 mahl 7 eben die Zahl 35 ausmachet, also muß endlich noch der fünfte Theil in 7 Theile getheilet werden; alsdenn wird $\frac{1}{7}$ von diesen der 315 gesuchte Theil von der ganzen gegebenen Linie seyn. Und also habt ihr mit gar leichter Mühe eine vorgegebene Linie, durch bloß Versuchen und gutes Augen-Maaß, in so viele Theile, vermittelst viermahl wiederholter Theilung, die ihr aus der Tafel und der Arithmetic finden können, getheilet, nemlich anfangs in drey, $\frac{1}{3}$ wieder in drey, und diesen $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{9}$ von ganzen in fünfe, und $\frac{1}{5}$ in sieben; denn 3 mahl 3 ist 9, 5 mahl 9 ist 45, und 7 mahl 45 machet 315.

Wäre aber eben diese Linie nur in acht Theile zu theilen, so sehet ihr gleich, weil diese Zahl in der Tafel nicht befindlich, daß es eine solche, die durch die Zahl 2, oder durch beständiges halbiren am füglichsten getheilet werden kann.

§. 328.

Die allerleichteste nach dieser Art ist: Wenn man mit der gegebenen Linie und einer andern, wie bey Fig. IV. einen spitzigen Winkel machet nach eigenen Gefallen, alsdenn setzet man mit einem Zirkel, oder auch nur, in Ermangelung dessen, mit einer spitzigen Gabel die verlangten Theile auf die zuletzt gemachte Linie, ziehet diesen letzten Theilungs-Punct mit dem andern Termino der zu theilen vorgegebenen Linie zusammen, und machet aus den übrigen abgesteckten Puncten mit dieser lauter Parallel-Linien, so schneiden diese die

die verlangte Theile auf der Linie richtig ab. Z. E. Die Linie *a b* Fig. IV. ist in 8 Theile zu theilen, so machet mit dieser und einer andern nach eigenem Gefallen angenommenen Linie einen spitzigen Winkel *b a c*; auf die Linie *a c* setzet mit beliebiger Oeffnung des Zirkels 8 gleiche Theile, ziehet den letzten Theilungs-Punct *c* und den Terminum *b* der Linie *a b* zusammen, und machet aus den Puncten 7, 6, &c. mit dieser Linie *c b* Parallelen, so geben sich die verlangten Theile auf der Linie *a b*.

Weil aber diese Operation vornehmlich ein Parallel-Lineal erfordert, und es doch vielmahl zutreffen kann, daß solches nicht gleich vorhanden, ohne dieses aber dergleichen zu thun, schon die Ausübung weitläuftiger; so kann man sich auch folgender Manier bedienen, nemlich:

Es soll Figura III. die Linie *a b* in 9 Theile getheilet werden;

so construiret an beyde Terminos oder Enden dieser Linie 2 gleiche Winkel *a b c* und *b a d*, dergestalt, daß ihre Schenkel unten und oben gegen einander vorbey lauffen, setzet sowohl auf dem Schenkel *a d* aus *a*, 9 beliebige Theile, die einander gleich, als auch auf dem Schenkel *b c* aus *b* eben diese Theile: ziehet hernach den Punct *b* und 9 zusammen, ingleichen 1 und 8, u. s. f. so werden diese Linien, ohne gebrauchtes Parallel-Lineal, die gegebene Linie in die verlangten Theile setzen. Man siehet schon von selbst hieraus, daß es nicht allemahl nöthig, alle Linien zu ziehen, sondern man darf nur den ersten gefundenen Theil *b c* mit dem Zirkel fassen, und solchen auf der Linie forttragen.

Diese Art ist so bequem, daß man auf dem Felde mit einem Stricke, oder einer geraden Stange, und nebst einer Heu-Gabel, oder an deren Statt mit jedem Stückgen Holze, eine gerade Linie in viele und wenige gleiche Theile theilen kann; das meiste kommt darauf an: daß man, nach der Beschaffenheit, einen geschickten Winkel *b a c* Fig. IV. erwehle, damit die Theilungs-Linien die vorgegebene Linie recht scharf und nicht schleiffend durchschneiden.

§. 329.

Ein Instrument Fig. VII. zuzubereiten, darauf alle vorkommende Linien, nach Verlangen sowohl in ganze, als auch gebrochene Theile einzutheilen.

Lasset euch von guten dürren Linden-Holze ein viereckigt Bret verfertigen, das an seinen Seiten mit Horn-Leisten verwahret, damit es sich nicht werfen, oder krumm lauffen möge, welches so groß, daß ein ganzer Bogen Papier darüber gezogen und aufgeleimet werden könne; auf diesem Papier ziehet zu unterst eine gerade Linie *a b*, so lang, als es der Raum verstattet, und richtet an ihrem Ende einem, z. E. in *a* eine Perpendicular *a c* auf; traget auf diese Perpendicular so viel gleiche Theile, als darauf gehen wollen, derer hier 1-2-bis 24 seyn, ziehet aus allen den Puncten mit der Linie *a b* Parallelen, und endlich auch noch eine mit *a c*, so ist das Instrument fertig.

Der Gebrauch ist folgender: Z. E.

Eine Linie in sechs Theile zu theilen.

Nehmet die vorgegebene Linie *f* 6 mit dem Zirkel ab, setzet diese Weite unverrückt mit der einen Spitze in *f*, und sehet, wo die andere auf der sechsten Linie zutreffe, ziehet diese zwey abgesteckten Terminos der genommenen Linie zusammen, so werden die durch solche gehende Parallelen die begehrten Theile angeben. Wäre aber die Linie *d e* in 12 und $\frac{1}{3}$ Theile zu theilen, so dürfet ihr nur auf der Linie *a c* den Raum zwischen 12 und 13 in drey Theile theilen, aus diesen Puncten gleich den andern Parallelen ziehen, und die

gege-

gegebene Linie, wie nur angewiesen, darauf tragen. Solltet ihr aber ohne dieses Instrument die Linie gleichwohl in 12⅔ Theile eintheilen, so bedienet euch der oben schon unter Fig. III. und IV. angeführten Arten.

Oder, so ihr mit dieser Art zu theilen hurtig umzugehen wisset, so wird es euch auch nicht schwer fallen, eine Linie in ganzen und gebrochenen Zahlen und zwar dergestalt zu theilen, daß euch das Maaß zu diesen Theilen vorgeschrieben wird.

Z. E. Tab. XXIII. Fig. IV. soll die Linie AB vermittelst des Maaßstabes CE in 11 und ⅔ Theile getheilet werden, so verfahret folgender Gestalt: Machet mit dem vorgeschriebenen Maaßstabe CE und mit der nach diesem Maaß zu theilenden Linie AB einen spitzigen Winkel CEF, schneidet zuförderst ⅔ von der Linie FE ab, an diesen Punct f machet mit einer dritten nach Gefallen angenommenen Linie fe abermahlen einen spitzigen Winkel, und setzet von daraus 11 gleiche Theile, von denen jeder ⅓ oder ein ganzes von denen bereits ausgesetzten ⅔ groß ist, hänget Ee durch eine Linie zusammen, und ziehet mit dieser aus allen Theilungs-Puncten der Linie ef Parallelen mit selbiger, so wird die Linie EF auf begehrte Weise seyn getheilet worden.

§. 330.

Ein Theilungs-Instrument zu verfertigen, darauf ohne viele Mühe unterschiedliche auf dem Papier, oder sonst vorkommende ungleiche Längen nach einer andern schon eingetheilten Linie auf einmahl in eben dergleichen Theile getheilet werden können.

Machet euch, wie kurz vorher beschrieben, ein solches mit Papier überzogenes Bret, auf dieses ziehet zu unterst eine gerade Linie AB Figura VI. setzet auf solche so viel gleiche Theile, als darauf gehen wollen, oder euch vorgeschrieben werden, derer hier 17 seyn, richtet alsdenn über diese Linie einen gleich-seitigen Triangel ABC auf, und ziehet aus allen ausgesetzten Theilungs-Puncten gerade Linien, bis nahe in den Verticem, oder die Spitze des Triangels ABC, so ist dieses Instrument zu fernerm Gebrauch fertig; denn alle Linien, die euch gegeben werden, daß sie mit der untersten, und zwar der Zahl nach, einerley, aber doch sonst nur proportionirliche Theile haben sollen, dürfet ihr nur mit dem Zirkel fassen, und ihre Länge aus dem Vertice C auf beyde Schenkel CA und CB herunterwärts tragen, und die Puncte zusammen ziehen, so wird diese letzte Linie eure zu theilen euch vorgegebene ausmachen, und zugleich in die begehrte proportionirliche Theile getheilet seyn. Also können auch auf eben diese Art unterschiedene Linien in einerley einander proportionirliche Theile getheilet werden.

Der Nutzen von dieser Theilung ist vornehmlich dieser:

daß, wenn ein Riß oder Entwurf von einer Sache gegeben worden, und man soll eben diesen, jedoch in einem grössern oder kleinern Form bringen. In beyden Fällen setzet man zuförderst den Maaßstab des vorgegebenen Risses aus dem Vertice auf die Schenkel, nimmt nach diesem Maaßstab die Grösse des Maaßes, nach welchem der andere Riß soll gemacht werden, und trägt solche ebenfalls aus dem Vertice auf diese Schenkel, und verlängert solche, wenn sie nicht zureichen wollen; ziehet die Puncte zusammen, und alsdenn die gehörigen Theilungs-Linien aus dem Vertice, so werden die Linien und Abtheilungen des gegebenen Maaßes den andern begehrten Maaßstab in eben dergleichen proportionirliche Theile theilen, daher verhält sich auch hier die Länge der Linie KL gegen die untere

Linie *A B* wie 29 gegen 51, und ist doch eine wie die andere in 17 gleiche Theile getheilet.

Aus eben dergleichen Grunde ist auch Fig. V. zubereitet, allwo nach einem Maaßstabe 10, 20, in die zwanzig andere von verschiedener Länge in gleiche Proportional-Theile getheilet zu finden.

§. 331.

Noch eine andere leichte und behende Art, eine vorgegebene Linie in verlangte gleiche Theile zu theilen,

giebt dasjenige Instrument an die Hand, welches Tab. XXIII. Fig. I. zu sehen, und von mir aus Dan. Schwenters *Geometr. Pract.* genommen werden.

Es bestehet aus einem gewöhnlichen Maaßstabe *a b*, der nach Gefallen bis auf 100 und mehr gleiche Theile kann extendiret werden, so weit es nemlich der Raum zugeben will. Am Ende dieses Stabes bey *a* richtet eine Perpendicular *a c* auf, und traget auf diese wiederum eben einen von den Theilen des Maaßstabes so vielmahl, als es sich thun lassen will, derer hier 12 seyn; wenn ihr nun abermahlen über den Punct *c* eine Perpendicular errichtet, sie auch an der Zahl und Grösse der Theile auf der vorigen gleich machet, und endlich die Diagonal *a d* ziehet, so ist das Instrument bereitet.

Der Gebrauch davon ist folgender:

Es wäre euch z. E. die Linie *a c* vorgegeben, daß ihr sie in 4 gleiche Theile theilen sollet, so nehmet ihre Länge, die hier auf dem Maaßstab 12½ Theil austräget, mit dem Zirkel, setzet dessen einen Fuß in *a*, und mit dem andern machet auf der vierten Linie der Perpendicular *c d* ein Merkmahl, so in diesem Exempel gleich auf die Zahl 4 selber fället: ziehet alsdenn, indem ihr das Lineal *f g* an den Punct *a*, und an den andern auf der vierten Linie hier in 4 anleget, die Linie *a* 4: wo nun diese die durch die vorige Aufrichtung der Perpendicularen entstandene Quadraten just in ihren Ecken durchschneidet, daselbst sind auch die begehrte Theilungs-Puncte, die hier mit *n n* &c. bezeichnet. Solchergestalt ist es auch mit der Linie *a h* beschaffen, so ebenfalls in 4 Theile getheilet worden.

Wer sich dieses Instruments bedienen, und solches zu seinem Gebrauch verfertigen wolte, kann gar füglich des Maaßstabes *a b* entbehren, weil er sich an dessen Statt allemahl der Linie *a c* bedienen kann, und den Raum, welchen solcher Maaßstab wegnimmt, auf die Vergrösserung des Instruments selbst wenden.

§. 332.

Noch eine andere Art eines Maaßstabes, um dadurch geschwinde eine Linie in begehrte Theile zu theilen,

ist bey Figura III. zu sehen: allwo

A zu Theilung der geraden, *B* aber zu Theilung der Cirkel-Linien dienlich.

Die Construction bestehet darinnen: daß man auf eine gerade Linie *a b* so viel gleiche Theile aussetzet, als man will, oder kann, richtet alsdenn aus allen diesen Puncten Perpendicularen *c c* &c. auf, und auf die äusserste längste *a c* oder *b c* traget bey *A* die Theilung der Lin. Arithm. bey *B* aber die Theilung der Linea Chordarum, wie oben bey dem Proportional-Zirkel angewiesen worden.

Es schickt sich solcher Maaßstab sehr wohl auf den Triangel zu tragen, dessen man sich als ein Parallel bedienen will, wie kurz vorhero beschrieben worden. Daher habe an diesem Ort auch den Maaßstab zur Theilung der Zirkel-Linien mit angeführet, ob er schon hieher

nicht gehöret, weil er sich eben recht auf die andere Seite des Parallels oder Triangels schicket.

Der Gebrauch vom Maaßstab *A.*

Die Länge eurer zu theilen vorgegebenen Linie *b d* setzet mit dem Zirkel aus *b* gegen *a*, und lasset die eine Spitze auf *d* feste stehen: wollet ihr nun diese Linie *b d* in 7 Theile getheilet wissen, so öffnet nur den Zirkel von *d* bis an den Ort, wo die siebende Transversal-Linie die Perpendicular in *e* durchschneidet, so ist *d e* der gesuchte siebende Theil.

Der Maaßstab *B*, welcher zu Theilung der Peripherie eines Cirkels dienet, wird folgender Gestalt gebrauchet:

Nehmet *a f* den Radium eines zu theilen vorgegebenen Cirkels, traget ihn aus *a* gegen *b*, und merket, auf welche Perpendicular, oder doch nicht weit davon, er langet; von dar aus, als hier in *f*, öffnet den Zirkel bis an *g*, als den Durchschnitt der Linie, darbey die Zahl der Theile stehet, z. E. 7, in welche eben die Cirkel-Linie hat sollen getheilet werden.

§. 333.

Diese bis anhero beschriebene Theilung der geraden Linien ist der Grund zur Eintheilung aller nur vorkommenden Maaße und Maaßstäbe. Unter einem Maaßstab aber wird verstanden eine Grösse, und zwar an diesem Orte eine Linie, die zu Eins angenommen worden, um andere Grössen, von eben ihrer Art, damit auszumessen, und ihren Begriff darnach auszusprechen. Weil es dannenhero, wie in andern Stücken, also auch in der Geometrie, willkührlich, wie man diese Grösse als Eins gelten lassen will, so hat man sich auch nicht zu verwundern, daß diese an wenig Orten einerley, obschon die Benennungen der Theile, darein sie gewöhnlich getheilet wird, durchgängig überein kommen, so, daß in der Geometrie das längste Maaß eine Ruthe, auf diese aber die Schuh, und auf solche die Zoll, u. s. f. folgen.

Von diesen dreyerley Abtheilungen ist vornehmlich der Schuh oder Fuß zu merken, und für denen andern genau zu untersuchen, weil eben dieser die Länge derer andern, so wohl grössern, als kleinern Maaßen determiniret. Der Schuh aber ist eine gerade Linie, die beynahe der Länge eines Schuhes an dem Fuße gleichet, und daher auch öfters ein Fuß genennet wird.

§. 334.

Dieser Schuh könnte füglich in den geometrischen oder mathematischen, und in den gemeinen Werk-Schuh eingetheilet werden. Der letzte wird seiner Länge nach jedesmahl in 12 Theile getheilet, davon $\frac{1}{12}$ ein Zoll genennet wird; und ist zu merken, daß zwey solcher Schuh insgemein eine Elle eines jeden Ortes ausmachen. Ein geometrischer Fuß hingegen, ist nicht allein derjenige, dessen Länge zwar mit dem vorigen fast einerley, aber nur in 10 Theile getheilet ist, welche auch Zolle genennet werden, und in den allermeisten Theilen der ausübenden Mathematic zum Gebrauch eingeführet worden; sondern man pfleget ihn auch hauptsächlich, um solchen mit andern in desto genauere Vergleichung stellen zu können, in 1000, und mehr Theile einzutheilen.

Von der Verhältniß nun derer so verschiedener üblichen Maaße, und ihrer Vergleichung, sollte ich hier wohl etwas weitläuftiger seyn, und insonderheit gedenken: Wie eines in das andere zu verwandeln; weil aber Zeit und Raum gar nicht zulangen wollen, als muß vor diesesmahl den Günstigen Leser, wegen dringender Kürze, nicht nur unter denen alten Geometris, zu des Dan. Schwenters *Geometriam Practicam*

und an Jacob Meyers *Compendium Geometriae Practicae* verweisen; sondern es werden ihm auch folgende neuere alle verlangte Satisfaction hierinnen geben können, als: Mallet in seiner *Geometrie Pratique*, Willebrordus Snellius in seinem *Erathosteno Batavo*, Daviler in dem *Cours d'Architecture*, und Ricciolus in der *Geographia Reformata*.

§. 335.

Unter allen denen so gar verschiedenen ungleich-langen Schuhen, sind insonderheit diese zwey, nemlich: Der Königl. Französische, und der Rheinländische wohl zu bemerken, weil der letzte das ordentliche Ingenieur-Maaß, der erste aber auf Königlichen Befehl durch ganz Frankreich eingeführet worden; dahero auch die andern alle insgemein mit diesen beyden in eine Vergleichung gestellet werden. Und da dieser Unterscheid ofte zu wissen nöthig, so will allhier dasjenige Täflein hersetzen, welches Herr Hofrath Wolf in seinen *Elementis Geometriae* von den vornehmsten Orten mitgetheilet:

Der Kön. Pariser Schuh	1440.	Der Leipziger	1397.
Der Rheinländische	1391 $\frac{3}{10}$.	Der Bäyerische	1280.
Der Römische	1320.	Der Augspurgische	1313.
Der Londische	1350.	Der Amsterdamische	1253.
Der Schwedische	1320.	Der Leidensche	1390.
Der Dähnische	1403 $\frac{2}{5}$	Der Lissaboner	1387.
Der Venetianische	1540.	Der Wiener	1400.
Der Constantinopolitanische	1320.	Der Prager	1338.
Der Bononische	1682 $\frac{2}{5}$.	Der Cracauer	1580.
Der Straßburger	1282 $\frac{1}{4}$.	Der alte Hebräische	1590.
Der Nürnberger	1346 $\frac{3}{4}$.	Der Griechische	1350.
Der Danziger	1721 $\frac{1}{2}$.	Der Römische	1306.
Der Hällische	1320.		

* * *

Sonst ist auch von den bereits oft erwehnten Maaßen überhaupt zu merken, daß sie in der Ausübung auf dem Papiere nicht also nach ihrer rechten und wahren Grösse, wie Tab. XXII. Fig. VIII. den Leipziger, und Tab. IX. den Rheinländischen Schuh vorstellet, gemacht werden können, sondern man bedienet sich an derer Stelle kürzerer Linien, und behält im übrigen derer Grössen ihre gewöhnliche Eintheilung, welches, in Ansehung des andern, das kleine oder verjüngte Maaß genennet wird.

Hieraus ist diesemnach der Unterscheid gar leicht unter selbigem zu finden, welches Maaß auf dem Papier, und welches auf dem Felde in der Praxi zu gebrauchen; derohalben soll nunmehro zum Beschluß dieser Materie folgen:

§. 336.

Wie ein Maaßstab zu bequemem Gebrauch aufzureissen, und zu verfertigen.

Zu dem Gebrauch auf dem Papier werden auf eine gerade Linie Fig. I. entweder nur gleiche Theile *a* 5, wie viel derer auf ein Ganzes gehen sollen, anfangs ausgesetzet, hernach diese Theile zusammen mit dem Zirkel gefasset, und noch so ofte fortgetragen, als es die Umstände zulassen wollen; oder es werden, wie Figura II. die kleinen Theile weiter in noch andere kleinere Theile abgetheilet, wie oben §. 273. Anleitung darzu gegeben worden: Die Länge dieser II. Fig. ist eine richtige, in ihre Zolle und Linien getheilte Viertel-Elle Leipziger Maaß.

§. 337.

Einen gegebenen Maaßstab auf eine weit vortheilhaftigere Art nemlich durch Transversal-Linien zu theilen, wie Figura VIII. und IX.

Verfahret also:

Richtet nicht nur an den Enden, sondern auch in allen Puncten, die einen ganzen Theil determiniren, bey dem gegebenen Maaßstabe Perpendicularen auf, und setzt auf dieser eine die nöthige Zahl der kleinen Theile des Ganzen, wie viel derer von *A* bis *C* befindlich, doch müssen beyderley Arten nicht nothwendig gleiche Grösse haben; aus jedem dieser Theilungs-Puncte auf der Perpendicular ziehet mit *A B* eine Parallel-Linie, und traget endlich auf die obere Linie *D E* eben die Theile, wie sie sich zwischen *AC* befinden. Hierauf ziehet oben 10, und unten 9, oben 9, und unten 8, oben 8, und unten 7, u. s. f. mit geraden Linien zusammen, so sind alsdenn, wenn das Ganze Ruthen bedeutet, die Theile *C* 1, 1. 2, 2. 3. u. s. f. Schuhe, und folglich 2. 2 zwey Zoll, 4. 4 vier Zoll, rc. Wenn ihr nun z. E. den Zirkel von *F* bis *G* aufthut, so habet ihr 3 Ruthen, 4 Schuh, und 6 Zolle.

§. 338.

Zu dem Gebrauch auf dem Felde, und in der übrigen Praxi, wird nebst der Meß-Ruthen annoch ein sogenannter Zoll-Stab erfordert.

Dieser Stab hat insgemein die Länge eines Schuhes oder Fusses, welcher, wenn es Decimal-Maaß, in 10, sonst aber allemahl in 12 gleiche Theile oder Zoll getheilet ist; diese Zolle werden hernach wiederum in halbe und Viertel getheilet. Daß man aber dergleichen bequem bey sich führen könne, sind solche Stäbe in 2. 3. und 4 Theile geschnitten, und diese entweder mit blossen Niethen, wie Fig. V. oder mit Charnieren, wie Fig. VI. wieder zusammen gehangen, und werden solche Fig. VI. aufgethan ihrer rechten Länge nach vorgestellet. Auf dergleichen Stäben lassen sich denn verschiedene Maaße zusammen vorstellen, und kann jede Seite ihr besonderes Maaß vor sich bekommen.

Ihre Accuratesse beruhet, wie bey den vorherbeschriebenen, einig und allein darinnen: daß die Theilungen mit gehörigen gutem Fleisse darauf getragen werden, so, daß unter allen denen Theilen auch nicht der geringste Unterscheid zu finden und anzutreffen; Von denen aber, so sich zusammen legen lassen, haben vornehmlich diese mit den Charnieren den Vorzug darinnen: daß man ein ganzes Ellen-Maaß ohne einige Beschwerniß bey sich führen, und oft zum grossen Vortheil gebrauchen kann.

§. 339.

Nachdem wir denn bis hieher nicht nur die Theilung und Beschaffenheit der Maaße auf dem Papier zur Betrachtung vor uns gehabt, sondern auch die daraus genommene Zoll- und Maaßstäbe, wie sie in der Ausübung nöthig, abgehandelt haben; so will es die Nothwendigkeit erfordern, vor dem Schluße dieses Capitels noch eines der größten Maaße zu gedenken, dessen man sich in der Praxi und auf dem Felde zu Abnehmung und Ueberschlagung grosser Linien bedienet, welches Maaß eine Ruthe, oder Meß-Kette genennet wird. Es ist aber eine Ruthe nichts anders, als eine Reihe vieler auf einander folgender Schuhe, und dahero lässet sich kei-

keine gewisse Grösse und Länge vor dieses Maaß determiniren, weil nicht nur, wie oben bey dem Schuh gedacht, die Schuh an allen Orten nicht einerley Grösse, sondern weil auch noch über dieses die Anzahl der Schuh, die eine Ruthe ausmachen sollen, nicht überall gleich genommen wird. Also hat

Eine Rheinländische Ruthe 12 Schuh.
Eine Chur-Sächsische 15 Schuh, oder 7½ Ellen, Dreßdner Maaß.
Eine Nürnberger 16 Schuh.
Eine Französische 18 Schuh, oder 3 Toisen.
Eine geometrische oder Decimal-Ruthe aber nur 10 Schuhe, welche zehen Schuhe hergegen die Länge einer Ruthen jedes Ortes wo gemessen wird, ausmachen.

Welches auch vor dießesmahl nur mit wenigem anführen wollen, weil ich an einem andern Orte weitläufftiger davon zu reden (gel. Gott!) Gelegenheit haben werde.

Anjetzo wollen wir noch um

die Materie, daraus eine Meß-Ruthe zu machen,

bekümmert seyn, weil auf solcher die allermeiste Accuratesse des ganzen Feldmessens würklich beruhet.

§. 340.

Schwenter in seiner *Geometr. Pract.* gedenket gar verschiedener Arten, jedoch weil die von Holz, ob sie schon die sichersten, so beschwerlich und mühsam wegen des vielen Bückens, die härene und hänfene, ungewiß und schädlich, weil sie im Regen eingehen und kürzer, in der Hitze aber sich strecken lassen und länger werden; diejenige aber, so man widersinnes von Hanf drehen lassen, in Oel gesotten, sie getrocknet, hernach langsam durch ein zerlassen Wachs gezogen, und endlich mit hartem Wachse durch und durch stark bestrichen, weil sie nicht wie die andern von ihrer Art, so veränderlich, wäre zwar gut, aber doch indem wegen des Wachses aller Unrath daran hangen bleiben würde, in diesem Stücke unbequem: der bastenen wegen ihrer groben und ungeschlachten Art nicht zu gedenken; so haben vor denen allen die von Draht verfertigten, und unter denen vornehmlich diejenigen den Vorzug, welche hier in ihren Stücken Fig. VII. Tab. XXIII. vorgestellet habe, und gegenwärtig kürzlich beschreiben will.

§. 341.

Beschreibung der Meß-Kette.

An solcher Ketten, die insgemein 5 Ruthen lang, sind zum Anfang und Ende zwey runde Ringe Fig. *A* eines kleinen Fingers stark, und so weit, daß man in selbige bequem greifen kann, die Ruthen selbst sind unterschieden mit eben dergleichen starken jedoch ablangen grossen Ringen *B*, die in der Mitte einen Steg, die halben Ruthen unterscheiden ebenfalls solche aber etwas kleinere runde Ringe, in deren Mitte auch ein Steg *b*, die Schuh unterscheidet ein kleiner Ring *C*, und die halben Schuhe sind also wie *D* aneinander vergliedert, und damit dergleichen Ketten bey dem Gebrauch sich nicht verwirren können, sind an den Enden bey einer jeden Ruthe solche um die Zapfen, von denen einer in Fig. *E* vorgestellet wird, in denen Ringen beweglich.

Bey ihrem Gebrauch ist ferner nichts besonders zu erinnern nöthig, wenn sie nur jedesmahl fein ausgestrecket werden, und ein Geometra darneben fleißig Acht hat, daß sie nicht in einem und dem andern Gliede mit dem Ringe überschlage, weil sonst, wenn dieses ofte oder an vielen Orten übersehen würde, die abgemessene Länge allerdings merklich kürzer genommen werden dürfte, als sie doch nicht wäre.

Das XXII. Capitel.

Von Reiß-Federn, Winkel-Maaß und Transporteur.

§. 342.

Von denenjenigen Instrumenten, so zu denen geometrischen Handgriffen gehörig, sind uns nunmehro noch zu betrachten übrig: die Reiß-Feder, das Winkel-maaß, und der *Transporteur*. Unter denen Reiß-Federn verstehen zwar einige alle diejenigen Instrumente, durch deren Vermittelung theils mit Dinte, theils mit Bleyweiß oder Röthel, Linien und andere Grössen gezogen und beschrieben werden können; Weil aber die letzten von mancherley Form und Gestalt, und eben von keiner sonderbahren Wichtigkeit, will von solchen allein nur eine einzige anführen, wie sie Tabula XXIV. Figura I. vorgestellet.

Beschreibung der Reiß-Feder.

Diese bestehet aus einem hohlen 4-5-6- oder mehr eckigten Prismate, darinnen sich oben ein Zirkel *A* eingeschraubt befindet, unten bey *B* aber lässet sich eine Hülse zu Bleyweiß oder Röthel durch das Knöpfgen *C* aus- und einschieben. Die äusseren Wände dieser prismatischen ohngefähr 6 Zoll langen Hülse dienen nicht nur zu Vergleichung einiger Maaßstäbe, sondern auch zu Auftragung derer am meisten vorkommenden Linien auf dem Proportional-Zirkel, dergleichen Linea Chordarum, Tangentium, &c. Was aber diejenigen anlanget, die man zur Dinte gebrauchet, von dieser wollen wir etwas genauere Betrachtung anstellen, und dabey erst sehen auf die Materie, daraus sie zu machen, wie auch auf ihre gute Zubereitung, alsdenn auf ihre Forme, und endlich noch die Neben-Stücken durchgehen, die zuweilen mit dergleichen verbunden werden.

§. 343.

Diese Schreibe-Federn werden gemeiniglich von Stahl und Meßing zubereitet, und bestehet jede aus einem Stiel *A*, und zwey Blättern *B*, welche durch Hülfe eines Schräubgens *C*, wenn zwischen ihnen einige Farbe oder Dinte eingelassen worden, nahe und weit gegen einander gestellet werden können, daß sich mit ihnen subtile und auch starke Linien ziehen lassen.

Also kommt es vornehmlich bey diesen Instrumenten auf gedachte Blätter und ihre Zubereitung an, wenn eine Feder gute Linien ziehen soll, darzu aber wird erfordert, daß die Blätter gleicher Länge, und sich, wie bey einem Zirkel die Spitzen, auch in eine Spitze verlaufen; diese Spitze aber darf nicht scharf, sondern ganz kulbig zugeschliffen seyn, ingleichen müssen diese Blätter erst nahe an ihren Spitzen zusammen stossen, und sich nicht allzulange an einander schleifen, weil sich dergleichen niemahls recht wohl zu saubern und subtilen Linien brauchen lassen.

Es wird aber daraus die Güte einer Reiß-Feder erkennet, wenn sie eine beständige, durchaus gleich-starke Linie ziehet, und dieses sowohl auf der einen als andern Seite. An statt dieser Blätter, die durch eine Schraube enge und weit gestellet werden können, findet man auch einige ohne Schraube, da entweder die Blätter *A* an einer Seiten *Z* bis ganz unten an der Spitze an einander hangen, bey der andern Seite *D* aber oben etwas weiter als unten von einander gebogen, dergleichen Fig. II. oder sie bestehen aus einem

einem ganzen Stücke, das auf den Seiten nicht nur wie die andern spitzig zugeschliffen, sondern auch an der Spitze einen sehr saubern Einschnitt hat, weiter davon hinauf ausgefeilet ist, daß die Dinte darein eingelassen und zum Schreiben aufbehalten werde, wie solche bey dem Reiß- und Feder-Zirkel bereits gezeichnet zu finden. Diese pflegen

Geiß-Füsse

genennet, und so fein zubereitet zu werden, daß sich nicht anders als die subtilesten Linien damit beschreiben lassen; dergleichen sonderlich in der Architectur bey den Capitälen der Säulen und den übrigen gar zu kleinen Verzierungen sehr nöthig.

§. 344.

Ofte machet man zwey Reiß-Federn Fig. III. an einen Stiel, davon die an einem Ende *S* insgemein von Stahl, die am andern *M* aber von Meßing. Zuweilen ist auch an statt der andern Reiß-Feder oben entweder eine Hülse *D* zum Bley und Röthel Fig. IV. oder eine stählerne Spitze blinde Linien damit zu ziehen, und Puncte auszustecken Fig. V. Oder es befindet sich auch wohl oben ein sehr dünnes Meßing-Blech Fig. VI. *D*, die Federn damit auszustreichen, ingleichen Dinte oder Farbe in selbige zu lassen, zu welchem Ende dieses ausgeschraubet werden kann, da es denn an seinem untern Theil ebenfalls eine stählerne Spitze hat.

§. 345.

Beschreibung des Winkel-Maaßes.

Ein Winkel-Maaß ist ein aus zwey Linealen in einen rechten Winkel zusammengesetztes Instrument von Holz, Kupfer oder Meßing. Es kommt bey dessen Zubereitung darauf an, daß solches wie ein anderes Lineal innen und aussen wohl justiret sey, welches insgemein durch eine Feile und Hobel geschiehet, welcher unten an seiner Sohle mit Stahl überleget, und daß es einen rechten Winkel habe. Denn der ganze Gebrauch dieses Instruments gehet dahin: daß man damit Perpendicularen aufrichte, einen rechten Winkel daran aufreisse, und andere bereits errichtete damit untersuche. Auf die Schenkel dieses Instruments, daß sie nicht so gar leer aussehen, und man auch zuweilen ein Maaß gleich bey der Hand habe, können zwey oder mehrere Maaßstäbe aufgetragen werden. Man findet einige dererselben mit Charnieren, so, daß sich an selbigen der eine Schenkel entweder an dem andern, wie bey Fig. VIII. oder über dem andern, wie Fig. VII. legen lässet, welches zwar zu der einzigen Bequemlichkeit dienet, daß dergleichen Instrument in seinem Futteral nicht so viel Raum wegnehme; hergegen kann es auch sehr leichte unrichtig werden, und muß vornehmlich Fig. VIII. gar besonders behutsam tractiret werden, indem man sonst gar leichte die Schenkel aus dem rechten Winkel rücken kann.

§. 346.

Ein Winkel-Maaß zu probiren.

Die Probe eines richtigen Winkelmaaßes bestehet darinnen: Man ziehet eine gerade Linie, und beschreibet über derselben einen halben Zirkel: wenn denn der äussere rechte Winkel, den die Schenkel formiren, Tab. XX. *b* Fig. XI. bald an diesem, bald an einem andern Ort in der Peripherie angeleget wird, und diese Schenkel jedesmahl an die Terminos des Diametri von dieser Peripherie zu liegen kommen, und nicht darüber oder darunter weggehen, so hat dieses Instrument seine gehörige Accuratesse.

§. 347.

Eines von denen allernöthigsten und nützlichsten Instrumenten ist der Transporteur.

Denn vermittelst desselben werden die Grössen aller Winkel erkennet und abgenommen. Nun sind aber die Winkel die vornehmsten Stücke, darum wir in Geometricis, und andern darauf gegründeten Wissenschaften, am meisten bekümmert seyn müssen, indem wir uns ohne dieselben keinen vollständigen Begriff von den Flächen machen, und weder ihren Inhalt, noch ihre Gleichheit und Aehnlichkeit mit andern erfahren können. Zu geschweigen des nicht genugsam zu preisenden Nutzen, welchen wir in Astronomicis und Geographicis, vermöge der Trigonometrie, erhalten, als darinnen man ebenfalls von der Grösse der Winkel auf die Längen der Seiten, und von diesen wiederum auf jene schliesset, wodurch schon so viele verborgene, und von den Alten gar vor unmöglich gehaltene Dinge entdecket und kund gemachet worden. Derohalben ist es nicht groß zu bewundern, daß man von Zeit zu Zeit bemühet gewesen, dieses Instrument auf gar verschiedene Fälle zum Gebrauch bequem zu machen; denn ein anders ist vonnöthen bey der Praxi auf dem Felde, davon nechst folgende Capitel Nachricht geben sollen, ein anders aber bey den Handgriffen auf dem Papiere. Dieser wird aus einem halben Cirkel gemachet, der an seiner Peripherie in die gewöhnlichen 180° getheilet, und diese Grade, so es die Grösse des Instruments zulässet, wiederum in ihre Zwischen-Abtheilungen, welches hernach Transporteurs mit Minuten genennet werden. Die Seite, womit er auf das Papier zu liegen kömmt, muß recht eben seyn, daß er feste aufliege, und nicht rücke, die andere aber wird gegen die Peripherie zu etwas ablaufend gemacht, und nicht so stark als inwendig gelassen, so kann die Theilung der Grade den Winkel auf dem Papier fein accurat angeben. Das Centrum zu diesem Cirkel wird durch einen saubern Einschnitt angemerket, der also zugerichtet, daß er vornehmlich recht in gedachtem Centro sey, und man auch, wenn er an die Linie angeleget wird, den Punct, in welchem die Schenkel des Winkels zusammen laufen sollen, recht entdecken könne.

§. 348.

Die Eintheilung kann auf folgende mechanische Art vorgenommen werden.

Beschreibet Figura IX. aus einem auf einer geraden Linie *AB* angenommenen Punct *C* einen halben Cirkel, und weil sich der Radius *BC* in diesen dreymahl herum tragen lässet in *c c c*, so wird $\frac{1}{3}$ der halben Peripherie 60° in sich halten. Ferner theilet jeden von den Bogen *Bc*, *cc*, *cc*, in zwey gleiche Theile bey *d*, da denn der Bogen *Bd* von 30° seyn wird; daher, wenn diese Oeffnung um den halben Cirkel getragen wird, wird solcher in 6 gleiche Theile getheilet seyn. Ueber dieses theilet einen von selbigem in drey gleiche Theile, so wird ein Theil *Be* 10 Grade seyn: werdet ihr $\frac{1}{10}$ in zwey theilen bey *f*, so werden sich die Bögen, da jeder 5° ist, abschneiden, und ihr könnet einen solchen Bogen von den letzten *Bf* in 5 gleiche Theile theilen, ingleichen einen jeden $\frac{1}{5}$ abermahlen halbiren, so ist der halbe Cirkel von euch in die gehörige 180° getheilet.

§. 349.

Der Gebrauch dieses Instruments:

Einen

Einen vorgegebenen Winkel *B C D* auf dem Papier zu messen, und dessen Inhalt anzugeben.

Leget das Centrum des Transporteurs an den Punct *C* des gegebenen Winkels *B C D* dergestalt, daß sein Radius an der Linie oder dem einen Schenkel des Winkels *C B* genau anliege, und bemerket, bey welchem Grade, die Linie oder der andere Schenkel *C D*, die Peripherie durchschneidet, so werdet ihr erfahren, daß der Winkel in Figura IX. 48° 30′ groß sey. Wäre euch aber vorgegeben, eben dergleichen Winkel auf einen andern Ort überzutragen, so dürfet ihr nur in einer geraden Linie *A B* einen Punct *C* erwehlen, das Centrum des Transporteurs an den Punct, und den Diametrum an die ganze Linie *A B* genau anlegen, und an der Peripherie, wo 48°, 30′ in selbiger stehen, mit einer scharfen Spitze ein Merkmahl machen, und endlich die Linie *C D* ziehen, s. i. g. Wenn ihr nun auf solche Art jeglichen Winkel aufzureissen wisset, so könnet ihr auch mit leichter Mühe alle Polygona regularia behende aufreissen; merket aber wohl darbey, daß solches auf zweyerley Weise geschehen könne, z. E.

§. 350.

Wenn ein Zirkel gegeben worden, und es soll in selbigem ein regulaires Viel-Eck beschrieben werden.

Weil ein Polygonum in so viel Triangel getheilet werden kann, als es Seiten hat, und diese Triangel, bey einem regulairen Viel-Eck, mit ihren Spitzen in das Centrum lauffen, und alle von gleicher Grösse seyn, so möget ihr nur die Peripherie, welche 360°, mit der Zahl der Seiten, die ihr darein schreiben sollet, dividiren; der Quotient ist der Winkel an dem Centro, dessen Schenkel, wenn ihr sie, wie kurz vorhero angewiesen worden, in einem solchen Winkel zusammen setzet, die Peripherie schneiden, und damit die Länge des begehrten Lateris determiniren werden. Das vorgegebene Polygonum sey ein IX-Eck, so ist der Angulus Centri von 40 Graden, den $\frac{360}{9}$ } 40°; daß man aber nicht jedesmahl die Rechnung vornehmen darf, so kann sich jeder auf seinen Transporteur hinten denjenigen Grad, der zu dem Winkel an dem Centro gehöret, vor jegliches Polygonum, stechen lassen, wie ich hier in Figura IX. angewiesen, allwo ich den Grad des Winkels mit einem Punct bemerket, und die Zahl des Polygoni darunter gesetzet, und weil sie zuletzt so nahe zusammen kommen, können Wechsels-weise die Zahl bald auf die eine, bald auf die andere Seite geschrieben werden.

§. 351.

Wenn auf eine vorgeschriebene Linie ein Polygonum regulare soll beschrieben werden.

Suchet zuförderst, wie vorhero, den Winkel am Centro; wie nun in einem regulairen Viel-Ecke alle gleiche Triangel mit ihren Spitzen in dem Centro zusammen lauffen, und folglich dieselben lauter gleichseitige Triangel seyn, dannenhero auch die Winkel an der Basi von gleicher Grösse; so könnet ihr, da alle drey Winkel in einem Triangel 180° ausmachen, und euch der, so der Basi entgegen lieget, bekannt, den Inhalt beyder an der Basi gleich grossen Winkel finden, so ihr den bekannten von 180° abziehet. Werdet ihr alsdenn das Residuum halbiren, an beyde Enden der vorgeschriebenen Linie einen Winkel construiren, der diesem halben Residuo gleich, so werden diese beyde Schenkel in ihrem Durchschnitte das Centrum angeben, daraus ihr diejenige Peripherie beschreiben kön-

net, in welcher sich die gegebene Polygon-Linie so vielmahl herum tragen lässet, als verlanget worden.

§. 352.

Einen gerade-linichten Transporteur Fig. X. zu verfertigen.

Nachdem in der Trigonometrie von einem jeden Winkel die Sinus ausgerechnet zu finden, so schreibet aus denen Tabulis Sinuum die Sinus heraus, die in einer arithmetischen Progreßion fortgehen, in welcher der Unterscheid der Glieder 2½ Grad, als da sind 2° 30′, 5°, 7° 30′, 10° 12°, 30′, 15°. Multipliciret sie durch 2, so kommen die Sehnen der Bogen von 5, 10, 15 &c. bis 90° heraus, wie das Täflein weiset.

Grade	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Sehnen	87	174	261	347	432	517	601	684	765	845	923	1000

Grade	65	70	75	80	85	90
Sehnen	1074	1147	1217	1285	1351	1414

Wenn ihr nun eine gerade Linie *AB* ziehet, und aus selbiger am Ende allhier unterwärts eine Perpendicular fallen lasset, die ihr nach Belieben in 10, 15 und mehr Theile theilet, nachdem ihr entweder Ganze oder Halbe oder Viertel-Grade verlanget, durch alle diese Theilungs-Puncte mit *AB* Parallelen ziehet, auf die Linie *AB* aber selbst die Sehnen von 5, 15, 25 &c. bis 85°, auf *CD* hergegen die von 10, 20, 30 &c. bis 90 traget, und dieses alles nach einem subtilen und accuraten Maaßstab, so ist, da ihr zuletzt die Linien *C* 5, 5. 10, 10. 15, &c. gezogen, der gerad-linichte *Transporteur* verfertiget. Trüge man aber Bedenken, daß weil die Gradus intermedii, die aus den Parallelen, wo sie die Transversal-Linien schneiden, genommen werden sollen, nicht in ihrer rechten Grösse zu finden seyn möchten, so liessen sich wohl vor jedem Grad die Sinus aus den Tabulis eben so wie hier von 5° zu 5° geschehen, unten und oben Wechsels-weise aussetzen, also, daß der Sinus oben von einem Grad mit dem unteren von zwey Graden u. s. f. mit einer Transversal-Linie zusammen gehangen werden, wie dergleichen Tab. XXV. Fig. II. vorgestellet wird, da denn unstreitig dieser gerad-linichte Transporteur in der Accuratesse vor den nur beschriebenen den Vorzug behalten muß. Allein, da man bey Abtragung der Winkel viel bequemer mit einem wohlabgetheilten ordinairen Transporteur operiren kann, als mit einem gerad-linichten, dessen man sich nur zuweilen in andern Fällen bedienet, also lässet sich gegenwärtiger von 5° zu 5° getheilter gerad-linichter Transporteur schon auch noch gebrauchen.

§. 353.

Gebrauch eines gerade-linichten Transporteurs.

Dieweil *A* 5, *C* 10 u. s. f. die Sehnen der Bogen von eben so viel Graden sind, die Sehnen aber der Bögen von 5 zu 5 Graden, wenn sie klein genommen werden, fast auf gleiche Proportion mit dem Bogen kommen, so ist bis 1 die Sehne von einem Grade, bis 4 von vieren, u. s. f. Die Linien zwischen denen Graden bedeuten die Minuten von 10 zu 10, wie ich sie auch bey der Figur zur Seite ausgedrucket. Wenn denn der Radius eines Cirkels eben so groß, als die Sehne von 60 Graden, daher er sich auch 6 mahl in der Peripherie umtragen lässet; also fasset ihr jedesmahl die Weite *C*. 60, wenn ihr einen Winkel ausmessen, oder einen in Graden vorgegebenen zu Papier bringen sollet, und beschreibet aus der Spitze des Winkels mit diesem gefaßten Radio einen Bogen, nehmet die Sehne beym

erſten

ersten Falle auf dem Instrumente abe, so weiset diese die Grösse des Winkels; im andern Falle aber, wo ihr einen in Graden gegebenen Winkel abzustecken habet, so traget die von dem Instrument genommene Sehne in den Bogen, und ziehet durch ihre Terminos aus der Spitze oder dem Centro die Schenkel, so ist gemacht, was begehret werden.

§. 354.

Ehe ich die Materie von denjenigen Instrumenten, so bey den Handgriffen gebrauchet werden, völlig schliesse, so kann nicht vorbey gehen, eines einigen noch zu gedenken, welches einen

Zirkel, Winkel-Maaß, Lineal, Parallel und Transporteur.

zugleich abgiebet, und an eines jeden Statt ins besondere zu gebrauchen, dienlich. Es ist solches von des oben bereits wohlgedachten Herrn Joh. Michael *Boetii* Invention, und dienet vornehmlich, die Winkel ohne den geringsten Hand-Zirkel darbey zu gebrauchen, nicht allein in vorgeschriebenen Graden und Minuten, aufs Papier zu bringen, sondern auch deren Grösse auf dem Papier so gleich nach Graden und Minuten zu determiniren; es siehet selbiges Instrument einem Proportional-Zirkel nicht ungleich, hat aber mit ihm weniges oder gar nichts gemein, und gehet auch in einem ganz andern Charniere *HI* Fig. II. Tab. XXV. jedoch hat es an dem herumgehenden Schenkel *EF*, noch das Centrum *E*, und um selbiges einen runden Ausschnitt, damit man die Spitze des Winkels recht deutlich anbringen, wie auch die Schenkel des Instruments zugleich auf beyde Schenkel des vorgegebenen Winkels ganz genau appliciren könne, zu welchem Ende ebenfalls die Spitze *E* etwas abgeschirfet. Vermittelst der stählernen und etwas kolbicht zugehenden Spitzen *FG*, darinnen sich beyde Schenkel endigen, misset man auf den gerad-linichten Transporteur *ABCD*, (welchen man, wie nur beschrieben, nach den Tab. Chordarum aufgetragen, und zwar die Chordam von 60° just so lang genommen, als die Länge jeden Schenkels aus dem Centro *EF*, *EG* beträgt) die Winkel von Grad zu Graden, desgleichen auch von 5 zu 5 Minuten, und in solcher Ausspannung; z. E. hier 4° 5′ befestiget man den beweglichen Schenkel *EF* mit der Stell-Schraube *J*, legt sodann den abgenommenen Winkel *FEG* fein accurat auf das Papier, worauf man ihn nachgehends an denen beyden innern Facen *EF* oder *EG* mit einer recht spitzigen Reiß- und Bley-Feder ausziehen kann. Im übrigen lässet sich auch die eine Spitze *L* abschrauben, und statt deren die Reiß-Feder *M* hineinschrauben, wenn man etwa diese beyden Schenkel als einen grossen Reiß-Zirkel gebrauchen will. Der Index *NO* dienet, dieses Instrument eben auch noch, wie den oben §. 311. beschriebenen Triangel *ABC*, als einen Parallelismum zu gebrauchen, wenn man nemlich solchen Indicem, nebst der Seite des einen Schenkels *NL* über und an einem verjüngten Maasstab anschiebet, dem andern Schenkel *EF* aber eine gehörige Inclination giebet, und an der äusseren Face *PQ* im Fortrücken die Parallelen nach numerirten Distanzen ziehet, wie anderwärts schon angemerket worden.



Das

Das XXIII. Capitel.

Von denen Winkel-Messern.

§. 355.

Durch das bey denen geometrischen Handgriffen betrachtete gewöhnliche Instrument den Transporteur, welcher zu Ausmessung der Winkel auf dem Papier vornehmlich dienet, werden wir nunmehro gegenwärtig zu denenjenigen Instrumenten geführet, welche in der ausübenden Geometrie und ihren Wissenschaften, als in der Planimetrie und Altimetrie ihren Nutzen schaffen. Darbey kommt es nun hauptsächlich auf die **Abmessung derer Höhen, Weiten, Tiefen und Breiten** an, welches aber nicht anders, als durch Hülfe derer Winkel geschehen kann, welche man sich darbey theils concipiren, theils wirklich formiren muß; derohalben machen unter denen so vielen und mannigfaltigen geometrischen Instrumenten billig den Anfang

die eigentlichen sogenannten Winkel-Messer,

derer unterschiedene Arten Tab. XXVI. und XXVII. vorgestellet werden. Derer meisten Essential-Stücke bestehen insonderheit Fig. I. II. V. und VI. Tab. XXVI, in zweyen langen Linealen *AB*, die nicht nur vor sich um einen festen Punct *C* beweglich, sondern es ist auch noch an eines von selbigem ein gewöhnlicher Transporteur angebracht, der ebenfalls um einen Nagel *c* sich wenden und drehen lässet, an einem Orte aber auf einem von beyden Linealen befindet sich ein Zeiger oder *Index i*, der die Grade der Oeffnung an der Peripherie des Transporteurs anzeiget. Wie nun nicht mehr als zwey Fälle in Abnehmung der Winkel vorkommen können, nemlich einmahl, da ich den Winkel von innen messe, und das andere mahl, da ich dessen Grösse von aussen abnehme; also giebts auch derer Instrumente zweyer Arten: Fig. I. und V. gehören zu denen letzten oder auswärts gehenden Winkeln, Fig. II. und VI. aber zu denen ersten oder einwärts gehenden; dieweil aber insonderheit die letztern diesen Fehler haben, daß die allzu spitzig zulaufende Winkel keinmahl so gar genau damit abgenommen werden können, wie denn des Herrn *Chapotots* Instrument Fig. VI. welches gegen die andern darinn verbessert, nur die Winkel bis auf 10 Grad abzunehmen dienlich, zu denen aber, die darunter seyn, nicht geschickt ist; so habe um so viel weniger Bedenken getragen, (immaßen der Gebrauch ohne dem aus dieser gegebenen kurzen Beschreibung, und aus der Neben-Betrachtung derer Figuren leicht zu ersehen,) mich darbey länger aufzuhalten, sondern ich will mich vielmehr zur Erklärung dererjenigen wenden, die zu denen beyden Fällen bequem und geschickt seyn.

§. 356.

Das eine Instrument ist Fig. III. und IV. Tab. XXVI. vorgestellet, und hat zwar darinnen gegen den vorhergehenden den Vorzug, daß solches nicht nur bey denen einwärts, sondern auch bey denen auswärts gehenden Winkeln gebrauchet werden kann; dennoch aber findet sich im Gegentheil die Beschwerniß darbey, daß, da man am vorigen die Grösse der Winkel gleich in Graden haben konte, man erst dieselbe allhier mit dem Transporteur absonderlich wieder nach diesem Instrumente abnehmen muß, indem man vorhero nach selbigen den Winkel zu Papier gebracht.

Seine Zubereitung wird also vorgenommen:

Man machet aus Holz, Kupfer, Meßing, u. dgl. zwey recht winkl. Triangel *A B C*, welche gleiche Basin und Höhe haben, und also einander decken; auf einem jeden wird ohngefehr in dessen Mitte ein Arm mit einem Gewinde angemachet, welche beyde gleich-lange Arme wiederum an ihren anderen Enden in ein Gewinde *E* dergestalt zusammen gefüget seyn, daß sich diese Triangel und ihre Arme an ihren dreyen Gewinden *D E D* etwas hart bewegen lassen, auf daß das Instrument sich nicht leichte auseinander schieben, und der einmahl damit abgenommene Winkel gar bald verrücket werden könne.

Weil nun diese Triangel sich auf unzählige Art gegen-an-und neben-einander stellen lassen, wie eines Theils an Fig. III. wahrzunehmen, also können alle nur erdenckliche Grössen der Winkel, sie mögen seyn ein-oder auswärts gehend, dadurch abgenommen werden, wenn zwey Seiten von diesen Triangeln an die Schenkel des gegebenen Winkels geleget, und mit ihren Spitzen in den Winkel geschoben werden, bis sie diesen gehörig ausmachen und gleichsam decken. Nach diesen dürft ihr nur das Instrument entweder gleich auf den Ort legen, wo der abgenommene Winkel soll hingetragen werden, und an solchen Triangel mit Bley oder Röthel, wie an einen andern Lineal, vorstreichen; Oder, so ihr nur die Grösse des abgenommenen Winkels zu wissen begehret, möget ihr diesen auf gleiche Weise zu Papier gebrachten Winkel durch den Transporteur abnehmen.

§. 357.

Noch ein dergleichen, und in diesem Falle nutzbares Instrument hat der sich zu seiner Zeit um die Mechanische Wissenschaft sonderlich verdient gemachte *Benjamin Bramer* uns hinterlassen, und in einem Anno 1615 zu Marpurg edirten einzeln Bogen dessen Beschreibung mitgetheilet. Er nennet solches

ein Schräg-oder Winkel-Instrument, damit alle aus-und eingebogene Schrägen abzunehmen.

und bestehet solches aus fünf aneinander gemachten beweglichen Regeln oder Linealen, Figura I. Tabula XXVII. Davon ist *A B* die Haupt-Regel und gröste, an welcher sich eine Hülse *C* auf-und abschieben, und durch ihre Stell-Schraube *D* befestigen lässet. Auf dieser Regel befinden sich die Abtheilungen der Winkel nach ihren Graden oder Grössen, so daß wenn die Hülse mit ihren zwey beweglichen Linealen und gleich langen Schenkeln *E F* bis *o* in die Höhe gerücket worden, die anderen zwey an diese angehangene Lineale *G H* auf die punctirte Linie *a b* zu stehen kommen, und mit *A B* einen rechten Winkel formiren, wie solches an Fig. II. zu ersehen; dannenhero auch dieses Instrument, wenn an der anderen Seite oben bey *A* ein herunter hangender Perpendicul angebracht wird, der in die Oeffnung bey *B* einspielet, als eine gute Setz-oder umgewendet, als eine Wasser-Waage dienen kann. Von der Höhe *o* an, werden alsdenn unterwärts nach *B* die Grössen derer auswärts gehenden Winkel und über sich nach *A* die einwärts gehende bemerket, und deren Grade darneben geschrieben. So nun an oder in einen Winkel die Lineale feste angedrucket werden, und man die Hülse mit der Schraube *D* feste machet, so kann nicht nur der Winkel, wohin es verlanget wird, übergetragen, sondern auch an dem Lineale *A B* dessen Grösse den Graden nach wahrgenommen werden. So lässet sich auch dieses Instrument wenn die Hülse *C* bis nach *A* zurücke gezogen wird, bequem übereinander legen.

§. 358.

Diese bis anhero beschriebene Geometrische Instrumente haben, wo man zu den Winkeln selber kommen kann, darinnen ihren sonderlichen Nutzen, ohne Zuthunng eines eini-

gen andern Instrumentes einen Plaz abzumessen, und in Grund zu legen, vornehmlich wenn dieser also beschaffen, daß man an selbigem nicht wohl auf andere Art ohne viele Weitläuftigkeit die Winkel abnehmen kann, als wie bey einem Hause oder Gebäude, zu dessen Abtragung auf das Papier dergleichen Manier sehr zuträglich und bequem, immaßen sich die Winkel an dem Lineal gleich vorstreichen lassen, so daß nur nach einem verjüngten Maaßstab die Längen der Wände und Mauern abzutragen; Doch ist von ihnen annoch zu behalten, daß ihre Schenkel, die an die Winkel angeschlagen werden, nicht so kurz, sondern vielmehr so lang es nur die bequeme Handthierung immer verstatten will, seyn müssen; denn je länger ihr die Schenkel eines zu messen vorgegebenen Winkels bey dergleichen Falle nehmen könnet, desto genauer werdet ihr seiner Grösse beykommen, da ihr sonst bey allzukurz genommenen Schenkeln gar zu merklich fehlen könnet.

§. 259.

Dieweil nun, wie bereits erwehnet, dergleichen Winkel-Messer nur auf den Fall gerichtet, wo solche an Winkel selbst angeschlagen werden können, über dieses einzig und allein bey gerade-linichten Winkeln zu gebrauchen, und auch endlich nur höchstens die spitzigen Winkel bis 10 Grad auszumessen geschickt seyn, so hat der ehemalige Königl. Französische Baumeister *Msr. Bullet* ein anderes Instrument erfunden, so ebenfalls in den andern Fällen seinen Nutzen schaffen kann, wie er denn dessen Gebrauch in einen besonderen Tractat in 12mo beschrieben, welchen aber, aller Bemühung ungeachtet, nicht erhalten können. Dannenhero will vorjetzo dessen Figur Tabula XXVI. Fig. VII. vorstellen, und im übrigen die Beschreibung so viel davon in dem Journal des Scavans Anno 1676. finden können, mittheilen. An diesem angezogenen Orte wird zuförderst von dessen Nutzen erwehnet, daß es nicht nur zu Ausmessung aller Winkel und Abnehmung der Distanzen, man mag zu selbigen kommen können oder nicht, sondern auch zu Ausrechnung und Eintheilung aller Flächen dienlich sey, ingleichen liessen sich damit alle Plan und Zeichnungen in der Civil- und Militair-Bau-Kunst bequem entwerfen und abnehmen, zu welchem Ende dieses Instrument von seinem Herrn Inventore *Pantometrum* genennet worden.

§. 360.

Beschreibung dieses Instruments.

Das Instrument bestehet aus drey Regeln $A B D$, davon zwey in ihrer Helfte bey C übereinander befestiget, so, daß sie sich wie eine Scheere auf und zumachen lassen. Eine jede von diesen zweyen ist an einem Ende spitzig, um die sehr spitzig einwärts laufende Winkel, wie nicht weniger die aus geraden und krummen Linien bestehende aus- und einwärts gehende Winkel damit abzunehmen, wozu keiner von den sonst bekannten Winkel-Messern geschickt. In der einen Regel B ist ein Falz $C F$, darinnen sich die dritte sogenannte bewegliche Regel D vermittelst den Zapfen E hin und herschieben und auch um selbigen sich ebenfalls dergestalt bewegen läßt, daß dadurch alle Arten der geradlinichten Triangel construiret und abgenommen, ingleichen ihre Seiten und Winkel durch die auf diesen Regeln gemachte Eintheilung bekannt werden können. An denen vier Enden derer zwey übereinander in der Mitte befestigten Linealen lassen sich Dioptern oder Absichten anmachen, welche hier abgenommen seyn, so daß man sich dieses Instrumentes auch zu Abnehmung derjenigen Winkel bedienen kann, zu denen nicht hinzukommen möglich.

§. 361.

Auf eine etwas bequemere Weise ist des Poully *Pantagonum* Figura VIII. beschaffen, immaßen die Grösse des Winkels gleich bey diesen auf denen zwey übereinander sich wegschiebenden halben Zirkeln angegeben wird, welche man in den vorhergehenden erst besonders suchen und berechnen muste, davon unten in kurzen ein mehreres gedacht werden soll. Dieses *Pantagoni* Construction und Gebrauch ist aus der Figur gar leichte zu erkennen, und darf solches nur wann es zu Abnehmung der Winkel gebraucht werden soll, zu denen man nicht kommen kann, auf ein Stativ gestellet werden.

§. 362.

Wie es aber öfters geschehen kann, daß einem Ingenieur und Baumeister Gelegenheit vorkommet eines Winkels Grösse zu erkundigen, da er doch mit keinem einigen hierzu bequemen Instrument versehen, so hat diesen zu gut *Ozanam* eine Tabelle berechnet, vermittelst welcher nach einem willkührlichen angenommenen Maaße ein jeder vorgegebener Winkel ausgemessen, und desselben Grösse ziemlich accurat determiniret werden kann. Es wird diesemnach nicht undienlich seyn, wenn zuförderst die gedachte Tabelle hier mit einrücke, und nach derselben ihren Gebrauch anweise, folget also:

Tabula zu Ausmessung der Winkel.

Linie.		Winkel.		Linie.		Winkel.		Linie.		Winkel.	
'	"	Gr.	M.	'	"	Gr.	M.	'	"	Gr.	M.
0	2	0	19	4	10	9	14	9	6	18	13
0	4	0	38	5	0	9	34	9	8	18	32
0	6	0	57	5	2	9	53	9	10	18	52
0	8	1	8	5	4	10	12	10	0	19	11
0	10	1	36	5	6	10	31	10	2	19	30
1	0	1	55	5	8	10	50	10	4	19	50
1	2	2	14	5	10	11	9	10	6	20	19
1	4	2	33	6	0	11	29	10	8	20	29
1	6	2	52	6	2	11	48	10	10	20	48
1	8	3	11	6	4	12	8	11	0	21	8
1	10	3	30	6	6	12	27	11	2	21	27
2	0	3	49	6	8	12	46	11	4	21	46
2	2	4	8	6	10	13	5	11	6	22	6
2	4	4	28	7	0	13	24	11	8	22	25
2	6	4	47	7	2	13	43	11	10	22	45
2	8	5	6	7	4	14	2	12	0	23	5
2	10	5	25	7	6	14	22	12	2	23	24
3	0	5	44	7	8	14	41	12	4	23	44
3	2	6	3	7	10	15	0	12	6	24	3
3	4	6	22	8	0	15	20	12	8	24	32
3	6	6	41	8	2	15	39	12	10	24	52
3	8	7	0	8	4	15	58	13	0	25	1
3	10	7	20	8	6	16	18	13	2	25	21
4	0	7	38	8	8	16	37	13	4	25	41
4	2	7	58	8	10	16	56	13	6	26	1
4	4	8	17	9	0	17	15	13	8	26	20
4	6	8	36	9	2	17	34	13	10	26	40
4	8	8	56	9	4	17	54	14	0	26	59

Linie.		Winkel.		Linie.		Winkel.		Linie.		Winkel.	
'	"	Gr.	M.	'	"	Gr.	M.	'	"	Gr.	M.
14	2	27	18	22	2	43	22	30	2	60	22
14	4	27	38	22	4	43	42	30	4	60	44
14	6	27	58	22	6	44	3	30	6	61	6
14	8	28	18	22	8	44	24	30	8	61	28
14	10	28	38	22	10	44	44	30	10	61	50
15	0	28	57	23	0	45	5	31	0	62	13
15	2	29	17	23	2	45	26	31	2	62	34
15	4	29	37	23	4	45	46	31	4	62	58
15	6	29	56	23	6	46	7	31	6	63	29
15	8	30	16	23	8	46	28	31	8	63	43
15	10	30	36	23	10	46	48	31	10	64	5
16	0	30	56	24	0	47	9	32	0	64	28
16	2	31	16	24	2	47	30	32	2	64	50
16	4	31	36	24	4	47	51	32	4	65	13
16	6	31	56	24	6	48	12	32	6	65	36
16	8	32	16	24	8	48	33	32	8	65	58
16	10	32	35	24	10	48	54	32	10	66	21
17	0	32	55	25	0	49	15	33	0	66	44
17	2	33	15	25	2	49	36	33	2	67	7
17	4	33	35	25	4	49	57	33	4	67	30
17	6	33	55	25	6	50	18	33	6	67	53
17	8	34	15	25	8	50	39	33	8	68	16
17	10	34	35	25	10	51	0	33	10	68	39
18	0	34	55	26	0	51	21	34	0	69	2
18	2	35	15	26	2	51	42	34	2	69	25
18	4	35	35	26	4	52	3	34	4	69	48
18	6	35	55	26	6	52	24	34	6	70	12
18	8	36	15	26	8	52	26	34	8	70	35
18	10	36	35	26	10	53	8	34	10	70	59
19	0	36	55	27	0	53	29	35	0	71	22
19	2	37	15	27	2	53	51	35	2	71	46
19	4	37	36	27	4	54	12	35	4	72	10
19	6	37	56	27	6	54	34	35	6	72	33
19	8	38	16	27	8	54	55	35	8	72	56
19	10	38	36	27	10	55	16	35	10	73	20
20	0	38	56	28	0	55	38	36	0	73	44
20	2	39	17	28	2	56	0	36	2	74	8
20	4	39	38	28	4	56	22	36	4	74	32
20	6	39	58	28	6	56	43	36	6	74	56
20	8	40	18	28	8	57	5	36	8	75	20
20	10	40	38	28	10	57	37	36	10	75	44
21	0	40	59	29	0	57	48	37	0	76	9
21	2	41	19	29	2	58	10	37	2	76	33
21	4	41	40	29	4	58	32	37	4	76	57
21	6	42	0	29	6	58	54	37	6	77	21
21	8	42	20	29	8	59	16	37	8	77	22
21	10	42	40	29	10	59	38	37	10	77	46
22	0	43	1	30	0	60	0	38	0	78	9

Linie. '	"	Winkel. Gr.	M.	Linie. '	"	Winkel. Gr.	M.	Linie. '	"	Winkel. Gr.	M.
38	2	79	0	43	4	92	29	48	6	107	52
38	4	79	25	43	6	92	56	48	8	108	25
38	6	79	50	43	8	93	24	48	10	108	57
38	8	80	14	43	10	93	52	49	0	109	30
38	10	80	40	44	0	94	20	49	2	110	4
39	0	81	5	44	2	94	48	49	4	110	37
39	2	81	30	44	4	95	16	49	6	111	11
39	4	81	55	44	6	95	45	49	8	111	44
39	6	82	20	44	8	96	13	49	10	112	18
39	8	82	46	44	10	96	42	50	0	112	53
39	10	83	12	45	0	97	11	50	2	113	28
40	0	83	37	45	2	97	40	50	4	114	4
40	2	84	3	45	4	98	9	50	6	114	38
40	4	84	29	45	6	98	38	50	8	115	14
40	6	84	54	45	8	99	8	50	10	115	49
40	8	85	20	45	10	99	37	51	0	116	26
40	10	85	46	46	0	100	6	51	2	117	2
41	0	86	13	46	2	100	36	51	4	117	39
41	2	86	39	46	4	101	6	51	6	118	16
41	4	87	5	46	6	101	36	51	8	118	53
41	6	87	32	46	8	102	7	51	10	119	31
41	8	87	58	46	10	102	37	52	0	120	9
41	10	88	25	47	0	103	8	52	2	120	47
42	0	88	51	47	2	103	39	52	4	121	26
42	2	89	18	47	4	104	10	52	6	122	6
42	4	89	45	47	6	104	41	52	8	122	45
42	6	90	12	47	8	105	12	52	10	123	25
42	8	90	39	47	10	105	44	53	0	124	6
42	10	91	6	48	0	106	16	53	2	124	47
43	0	91	33	48	2	106	48	53	4	125	28
43	2	92	1	48	4	107	20	53	6	126	10

§. 363.

Der Gebrauch dieser Tabelle ist also:

Messet aus dem Winkel auf beyden Schenkeln 30 gleiche Theile ab, davon ein Theil wieder zu 12 gleiche Theile gerechnet ist, und bemerket deren Länge in selbigen, ziehet ihre Terminos durch eine Diagonal-Linie zusammen, und habt acht, wie viel diese von dergleichen auf den Schenkeln gebrauchten Theilen ausmache, derer Zahl suchet in der Tabelle auf, so stehen darneben die Grad des ausgemessenen Winkels. Wäre aber der vorgegebene Winkel also beschaffen, daß ihr in selbigen nicht kommen und die Diagonal abnehmen könntet, so möget ihr nur dessen Schenkel verlängern, und alsdenn solchen Winkel messen; denn die Vertical-Winkel sind von gleicher Grösse. Dannenhero liesse sich diese Tabelle mit gutem Nutzen bey dem oben gedachten Pantometro des Herrn Bullets gebrauchen, denn es dürfte nur die bewegliche Regel D nachdem der Winkel mit den andern zweyen AB genommen worden, bis auf 300 gerücket werden, und wäre alsdenn die

auf *D* abgeschnittene Zahl in der Tabelle aufzuschlagen, jedoch mit diesem Unterscheid, daß ein solcher Theil nicht 100 sondern 10 gelte, die nebenstehende Grade zeigen alsdenn die Grösse des Winkels.

§. 364.

Einen Winkel, der über 120° ist, nach dieser Tabelle auszumessen und seine Grösse zu finden.

Messet aus dem Winkel auf einen Schenkel desselben 3 Ruthen, und bemerket diese Länge mit einem Stab, an diesen haltet ein Maaß von 4 Ruthen, aus dem gegebenen Winkel aber gegen dieses eines von 5 Ruthen, und befestiget das letzte an dem Orte, wo die 4 und 5 Ruthen in einem Puncte zusammen kommen, so habt ihr mit diesen 3, 4, und 5 Ruthen einen rechten Winkel construiret. Werdet ihr nun nach diesen auf der Linie, die 5 Ruthen lang, und auf den noch übrigen andern Schenkel von dem vorgegebenen Winkel 30 gleiche Theile aussetzen, und im übrigen wie oben angewiesen, verfahren, so wird diese Tabelle die Grösse bekannt machen, mit welcher der gegebene einen von 9° übertrifft. Addiret diese zu 90°, so habt ihr die Grösse eines Obtusanguli, oder einen Winkel, der über 120° nach dieser Tabelle gefunden, die doch nur bis 120° berechnet.

§. 365.

Das allersimpelste und zu den aus- und einwärts gehenden Winkeln dennoch geschickteste Instrument ist das vielen Handwerkern wohlbekannte

Schräg-Maaß, oder die Schmiege.

Solches bestehet Fig. III. aus zwey Linealen *A B*, die mit zweyen Enden an einem Stifte *C* sich etwas harte bewegen lassen, wenn dieses nach Beschaffenheit der Umstände bald mit seinen inwendigen, bald mit den auswendigen Seiten an den vorgegebenen Winkel angedrucket wird, so kann dieser in seiner gehörigen Grösse an einen andern Ort übergetragen werden, dessen sich die Zimmerleute, Tischer, und dergl. wohl zu bedienen wissen, wenn sie zwo oder mehrere Grössen in einander zu verwickeln haben; zu welchem Ende bey gedachten Personen auch dergleichen Maaßstäbe gefunden werden, die wie Fig. IV. aus zweyen um einen Nagel beweglichen Stücken bestehen, und eben diesen Nutzen geben.

§. 366.

Nach der Betrachtung wie man einen Winkel theils nach seinem Inhalt der Grade abnehmen, theils aber auch nur nach seiner Grösse einen andern ihm gleich machen, und dieses sowohl mit als ohne sonderbahre Instrumente verrichten möge; wird es dem geneigten Leser nicht entgegen seyn, so ich ihm an diesem Orte auch noch weniges **von der Theilung der Winkel und der hierzu dienlichen Instrumenten** zur Nachricht mittheile.

Was nun den Fall anlanget, da ein Winkel in gerade und solche Theile zu theilen, deren Zahl sich jedesmahl durch Zwey aufheben lässet, als da sind 2, 4, 6, und dergl. so dienet ebenermaßen hierzu das nur beschriebene Schräg-Maaß oder die Schmiege, doch muß selbiges also beschaffen seyn, daß seine Lineale gleiche Länge haben. Fig. VI. Wenn nun der Winkel *c b a* in vier gleiche Theile zu theilen wäre, so machet erstlich zwey Theile an dessen Schenkeln, nemlich *b e* und *b d* einander gleich, leget hierauf das Schräg-Maaß entweder außen oder innen mit seinen Spitzen an die angesteckten Puncte, und ziehet die Linie *b d*, welche den Winkel in zwey gleiche Theile theilet, werdet ihr mit den Winkeln

a b d

abd und *dbc* gleicher Gestalt verfahren, so wird der gegebene Winkel in die begehrte Vier gleiche Theile getheilet seyn.

§. 367.

Eine Manier die ungeraden Winkel zu theilen.

Mit denenjenigen Winkeln aber, wo die Zahl der Theile ungerade, als 3, 5, 7, ꝛc. giebt es etwas mehrere Umstände. Doch hat hierzu Anno. 1694. *Thomas Ceva*, ein Jesuit in Italien, ein geschicktes Instrument erdacht, dessen Construction also beschaffen; Man füget an die innern Seiten eines grossen und etwas langen Proportional-Zirkels Fig. VII. *ACB* zwey und noch mehrere kleinere Proportional-Zirkel, vermittelst oben bereits beschriebener Gewinde, und richtet des großen Länge hauptsächlich nach der Anzahl der darein zu bringenden kleinen. Dieser kleiner Zirkel Anzahl aber entstehet aus der Zahl derer Theile, darein ein vorgegebener Winkel getheilet werden soll: Also gehören zu einem Winkel, der in drey Theile zu theilen, zwey kleine Zirkel *acb* von einerley Grösse; zu 5 Theilen aber 4, und so fort allemahl ein Zirkel weniger als Theile, darein ein Winkel zu theilen begehret wird. Hiernechst sind diese kleine Zirkel dergestalt zubereitet, daß sie sich, wenn der Haupt-Zirkel, wie Fig. VIII. zugethan, mit ihren Gewinden übereinander legen, und das Zumachen des Zirkels nicht verhindern, zu welchem Ende die Rundungen *aaa* unten, und die *bbb* oben, um etwas abgefeilet seyn müssen. Die Centra hingegen von diesen Gewinden müssen jedesmahl in der punctirten Linie stehen, und noch über dieses durchbohret seyn, um daselbst durch dieselben eine Nadel zu stecken, und sie in dem zu theilen vorgegebenen Winkel zu befestigen.

§. 368.

Gebrauch des Instrumentes.

Soll nun mit diesem Instrument ein Winkel in drey Theile getheilet werden, so dienet darzu an selbigen der Rhombus *Cbca;* von selbigen machet das Centrum *c*, indem ihr eine Nadel durchgestecket, in der Spitze des gegebenen Winkels feste, und rücket die Schenkel *2b*, *2a* durch Auf- und Zuthun des Haupt-Zirkels an die Schenkel des Winkels, alsdenn wird das Maaß des Winkels *1b*, *C*, *1a* der dritte Theil von dem gegebenen Winkel *2b*, *c*, *2a* würklich seyn: Und eben also verfahret ihr auch mit dem Winkel *3b*, *c*, *3a*, wenn ihr solchen in 5 Theile zu theilen begehret. Darbey aber nehmet in Acht, daß ihr den gefundenen begehrten Theil *1b*, *1a* auf einen aus *c* beschriebenen Bogen *2b*, *2a*, und *3b*, *3a*, nicht aber auf seine Chordam aussetzen müsset, wie ihr bey Fig. VII. wahrnehmen könnet.



Das

Das XXIV Capitel.

Von Stativen und Dioptern.

§. 369.

Diese im vorigen Capitel beschriebene Instrumente, womit wir den Anfang zu der ausübenden *Geometrie* gemachet, erstrecken sich in ihrem Gebrauch meistentheils nur dahin, wo man einzele vorgegebene Winkel abzunehmen, und ihre Grösse zu erfahren begehret; ganze Gegenden aber damit zu umgehen und in Grund zu legen, wäre viel zu mühsam und weitläuftig; Derohalben wir Anlaß bekommen in dem uns ziemlich wenig übrigen Raume noch von denen anderen zu handeln, welche zu denen verschiedenen in der Praxi vorkommenden Fällen bequem und dienlich.

Es kann aber gar füglich ein doppelter Unterscheid unter der so grossen Menge derer Meß-Instrumenten gemachet werden; Denn eines Theils haben sie ihren besonderen Nutzen in Abnehmung der Distanzen, da andere vornehmlich etwas in Grund zu legen dienlich, noch andere aber Höhen und Tiefen genau zu erforschen, höchst bequem sind: Andern Theils lassen sich selbige ihrer Form und Construction nach, ebenfalls unterscheiden, und hauptsächlich in folgende drey Classen zusammen bringen. Es giebt nemlich

Meß-Tische, Scheiben-Instrumente und Bousolen.

Aus denen allen wollen wir nunmehro von jeglicher Art derer nützlichen und bekanntesten so viele zu betrachten vor uns nehmen, als es der enge Raum und die sehr kurze Zeit zulassen wird. Indem aber zu jeden nicht nur eine Stellage oder Stativ, sondern auch Dioptern und Absehen gehören, immassen diese als Essential-Stücke davon ganz unentbehrlich, so müssen wir zuförderst handeln

Von den Stativen und Dioptern.

Die Stative nun anlangend, sind diese nichts anders als bequeme Gestelle oder künstliche Füsse, darauf das Instrument selbst ruhen und nach Gefallen gedrehet und gewendet werden kann. Es beruhen diese Tab. XXVIII. aus drey Theilen, die wir den Oberen *A*, den Mittleren *B*, und den Unteren *C*, nennen wollen. Der untere Theil eines Statives *C* bestehet aus drey Stäben, die also zubereitet und zusammen gefüget seyn, daß sie entweder wie bey Figura V. und VI. wenn sie zusammen geleget und mit einer darüber geschobenen Zwinge *d* versehen seyn, unten spitzig, oben aber dick zulaufen, und einen schmalen aber langen Conum vorstellen; oder sie legen sich an den mittleren Theil hinauf, und machen mit selbigen zugleich einen kurzen Cylinder Fig. II. und III. oder sie gehen mit ihren Spitzen gar über den mittleren Theil hinauf Fig. IV. Alle diese Stäbe aber sind unten an ihren Enden *f* mit spitzigen eisernen sogenannten Schuhen beschlagen, und oben haben sie zur mittelst ein Loch *e*, dadurch die Schraube *g* gestecket und ein jeder Stab an den mittleren Theil des Statives befestiget werden kann.

Dieser Stäbe Nutzen ist: Daß man das Instrument darauf feste stellen, und hiernechst dasselbe so wohl in hohen als tiefen ja allen ungleichen Orten nach Nothdurft erhöhen und erniedrigen kann, indem man diese Füsse enge oder weit auseinander stellet, massen sie sich, wenn sie noch nicht feste angeschraubet, um die Schraube *g* wenden und drehen lassen. Daß nun die Mutter desto besser anziehen könne, ist um das Loch ein eben-

ebenfalls durchbohrtes Meßing-Blech an der äussern Seite des Fusses in das Holz eingelassen.

§. 371.

Das mittlere Stück des Statives *B* ist ein Stück Holz, das entweder Fig. I. etwas förmlich ausgedrehet, und nur am untern Ende als ein gleichseitiger Triangel formiret; oder es ist Fig. III. bis fast zu oberst als ein gleichseitig dreyeckigt Prisma gemacht, und gegen das obere Ende nach einem schiefen Winkel eingeschnitten, daß sich die Spitzen der Füsse *a b c* just hinein legen lassen; oder dieses ist Fig. IV. von unten bis oben hinaus als ein dreyeckigt Prisma von gleichen Seiten gebildet, und schlagen sich die Füsse mit ihren Spitzen darüber hinaus, welche hernach von einer Zwinge *d* wie bey Fig. V. und VI. zusammen gehalten werden.

§. 372.

Diese beyde letzte Arten sind zwar etwas bequemer mit sich zu tragen, weil das Stativ um vieles kürzer; allein, es stehet solches nicht so feste, als das nach erster Manier; Denn je länger diese Füsse an dem mittlern Theile des Statives, desto grössere Basin und also auch festeren Stand hat das Instrument. Dahero einige den mittlern Theil sehr kurz und die Füsse dargegen desto länger zu machen pflegen, wie Fig. V. andeuten kann. Einen einigen Stab aber, wie man sich bey eben dieser Figur vorzustellen, der den untern und mittlern Theil in einem Stücke ausmachet, soll man darum ganz und gar verwerfen, ausser in der höchsten Noth, weil das Instrument darauf keinmahl gewiß und sicher stehen kann. Von unten hinauf werden drey aus einem Centro gehende Schrauben *g* Fig. VII. in den mittlern Theil eingelassen, um welche sich die oben beschriebenen Schenkel bewegen, und mittelst der Mutter auch daran feste machen lassen, wie solches gar wohl aus den Figuren ohne weitläuftigere Beschreibung kann wahrgenommen werden, daselbst ist über Fig. VII. *k* der unten hinauf nach dem Triangel der Schrauben ausgehöhlte Stock, darein diese Schrauben bis zu oberst eingestossen werden, *h* aber stellet dasjenige dreyeckigte Stück Holz vor, welches, wenn die Schrauben gehörig in *k* gebracht worden, wieder in den übrigen leeren Raum hinein geleimet wird, daß diese nicht wanken können. Zuweilen lassen einige auch die Mütter Fig. VIII. in das Holz auf eben diese nur beschriebene Art ein, und befestigen die Schenkel durch die hineinwärts gehende Schrauben *g*, welcher Gebrauch eben nicht der beste. Das obere Ende an dem mittlern Theile des Statives wird jedesmahl cylindrisch gedrehet, so, daß unten noch ein Ansatz *y* bleibet, auf welchem das nunmehro zu beschreiben noch übrige dritte und letzte Stücke des Statives ruhen kann.

§. 373.

Dieser dritte Theil bestehet aus zweyen theils aneinander befestigten Hülsen *H h* Fig. IX. X. bis XII. oder aus zweyen ineinander gefügten Stücken *H i* Fig. XIII. und XV. und aus einer in der einen gehebe gehenden und fleißig eingeriebenen Nuß oder meßingenen Kugel *K* mit einem daran gegossenen Zapfen *J*. Die eine Hülse *H* dienet darzu, daß, indem sie über den Zapfen *T* gestellet, dieser dritte Theil des Statives mit dem mittlern Theil bequem verbunden und befestiget werden könne, derohalben bey einer jedweden eine Stell-Schraube *S* befindlich seyn soll, um dadurch die Hülse *H* an den Zapfen *T* unbeweglich zu machen. Die andere Hülse *h*, welche entweder an die erste gar befestiget, oder nur in selbige gefüget, ist von mancherley Beschaffenheit, doch befindet sich bey jeder eine Schraube *F*, damit die darinnen gehende Nuß *K* feste zu machen; wie nicht weniger ein Einschnitt *E* um die Nuß mit ihren Zapfen *J* auf die Seite wenden, und das Instrument vertical stellen zu können. Denn es ist zu merken, daß das Instrument ver-

mittelst der Nuß und der unteren Hülse *H* eine Bewegung gegen alle Seiten erhalten muß.

§. 374.

Die Befestigung der Nuß in der Hülse geschiehet auf folgende unterschiedliche Weise: Bey Fig. IX. und X. wird die Nuß feste gestellet, indem sie durch die Schraube *F* von unten gegen die obere Oeffnung, welche weit kleiner als der Diameter der Kugel hinauf getrieben wird, und befindet sich dannenhero nicht nur im untern Raume *G* ein Stück untergelegter Gurt, sondern auch am Ende der Schraube *F* ein meßingen Blech, *b*, damit die Schraube, wenn sie angezogen wird, der Nuß nicht Gruben mache und ihr Schaden thue.

§. 375.

In Fig. XI. ist unter der Nuß ein nach ihr geformtes sphärisches Stück Meßing, welches unten an den drey Orten, wo die Schrauben daran zu stehen kommen, etwas schief zu ausgefeilte Krinnen hat, damit wenn es durch die zu drey Seiten eingehende Schrauben *F F* berühret wird, desto besser in die Höhe dringet, und ebenfalls die Nuß an den obern Theil der Hülse harte andrücket, und sie unbeweglich hält.

§. 376.

An Fig. XII. ist die Hülse *h* an der einen Seite auf die andere *H* feste angemacht, die andere Seite derselben aber lässet sich ganz wegnehmen, und ist nur unten mit einem Zäpfgen *o* versehen, auch um ein weniges kleiner, als die feste Seite *h*, auf daß wenn nun die durch den Hals dieser Hülse gehende Schraube, welche die Gestalt eines abgekürzten Coni hat, angezogen wird, dieser Theil der Hülse gegen den andern sehr feste angetrieben, mithin die darinnen befindliche Nuß scharf eingeklemmet und steif gehalten wird.

§. 377.

Fig. XIII. und XV. sind besondere Arten, da die Hülsen *h* in die untersten andere *H* hineingefüget sind, und ist sonderlich von der ersten Fig. XVI. der Grund und Fig. XIV. der perspectivische Aufzug zu sehen. Es bestehet diese in einem dreyeckigten ausgeschweiften Stocke *A* Fig. XIII. XIV. und XVI. durch dessen unteren Theil bey *B* die Schraube *F* durchgestecket ist, an seinen drey Ecken *C* aber sind in einem Gewinde die drey Gabeln *D* beweglich, welche nach der Nuß ihrer Grösse eine Höhlung ausmachen; um dieser Gabeln willen die obere Peripherie der Hülse *H* an drey Orten in *L* eingeschnitten. Bey *E* ist eine in die Hülse *H* versenkte Schrauben-Mutter, so nun diese, die nach einem abgekürzten Cono verfertigte Schraube *F* zu sich windet, wird dadurch der Stock *A* herunter gezogen, dannenhero die Gabeln *D* an die Nuß *K* gleichfalls, indem sie mit herunter gehen müssen, sich anklemmen, und solche feste halten.

§. 378.

Bey Fig. XV. ist zuförderst die Nuß in eine Hülse *h* gefüttert, welche oben einen angegossenen Hals *Z*, darum zugleich das Instrument beweget und befestiget werden kann. Die Nuß selbst aber kehret ihren sonst in die Höhe stehenden Hals *J* allhier unter sich, und ist dieser bey *B* durchlochet, damit er von der daselbst durchgehenden Schraube *E*, die, wie bey der vorigen, auch curticonisch herunter gezogen, und also die beyden in einander gefügten Hülsen *H h* so feste auf einander gedruckt werden, daß die obere *h* endlich gar unbeweglich. Von denen Arten der curticonischen Schrauben habe noch zu gedenken, daß sie an ihren Gewinden nicht so, wie sie in dem Kupfer aus Versehen geschehen, spitzig zu, und also conisch, sondern gerade aus und cylindrisch, verfertiget seyn müssen.

§. 379.

§. 379.

Unter allen diesen vorher beschriebenen obern Theilen des Statives ist die Fig. X. ohnstreitig die beständigste und bequemste, von jeder insbesondere aber ist wegen ihrer Construction annoch zu behalten, daß die Hülsen *h* ja recht passend nach der Nuß *K* gemacht, die Nuß selbst aber darein wohl eingeschmergelt seyn müsse. Die Ansätze *Z* an den Hülsen *J* bey denen Nüssen dienen nur allein das Instrument daran zu befestigen.

§. 380.

Fig. XVII. ist eine alte Art, da das obere und mittlere Theil aneinander gemacht, und durch zwey Gewinde seine benöthigte Bewegung erhält, ist aber in dem Gebrauch nicht bequem, indem es gar balde sich verrücken lässet, weil die Gewinde, wenn sie auch noch so scharf und gut verfertiget, dennoch wegen des darauf zu liegen kommenden Instruments gar leichte in Bewegung zu bringen, und folglich ist das Instrument gar balde aus seinem horizontalen Stande gebracht.

§. 381.

Bey Fig. I. und II. Tab. XXX. ist dargegen

ein Ober-Theil von einem Stativ

nach meiner ganz neuen und sehr bequemen Invention zu sehen, dessen Beschaffenheit man vornehmlich aus dem Profil Fig. II. gar wohl wahrnehmen kann. Es enthält aber dieser Theil in sich zwey über- und umeinander herum bewegliche cylindrische Hülsen *H h*. Die Hülse *H*, welche auf das mittlere Theil eines Stativs zu stehen kommt, ist oben bey *a* um und um so viel als die Stärke der oberen Hülse *h* austräget, hineinwärts gekröpfet, oder bekömmt vielmehr daselbst einen angelötheten Rand, der auch zu oberst etwas stärker seyn muß, weil er daselbst einen Falz *c* bekommt: Aussen aber ist ein ebenfalls gekröpfter Armen *b* Fig. III. durch zwo Schrauben an selbige befestiget, in welchen als in seinem Lager ein Schlüssel *c* mit einer Schrauben ohne Ende *d* Fig. IV. beweglich. Die andere über und um diese beweglich nur beschriebene Hülse hat unten an der äussern Seite ein Stirn-Rad *f*, und ein wenig über derselben zwo Schräubgen *g*, welche in dem Falze *e* der unteren Hülse *H* eintreffen, und verhindern, daß diese zwo Hülsen nicht auseinander gehoben werden können. Noch weiter hinauf ist ein Boden *i*, auf welchem eine gekrümmte stählerne Feder *K* Fig. V. welche wegen ihrer Elasticität ein Stück darüber gelegtes Messing *l*, so nach der Nuß *K* ausgehöhlet, in die Höhe an die Nuß andrücket. Zu oberst ist an dieser Hülse ein etwas breiter Rand *m*, auf diesem wird der Hut Fig. VI. *n* durch 5 Schrauben befestiget, an den die Nuß durch die gewöhnlichen Stell-Schrauben *F* angedrücket und fest gestellet werden kann.

Diese Art hat vor denen andern den besondern Vortheil: daß, wenn das Instrument einmahl horizontal oder vertical gestellet, man solches in unverrücktem Stande dennoch nach Gefallen rund herum winden könne, vermöge der Schraube ohne Ende *d*, und des Stirn-Rades *f*; Und hiermit sey von denen Stativen genug gesagt.

§. 382.

Von den Diooptern.

Wir wenden uns nunmehro zu denen Diooptern, als dem andern nothwendigen Requisito aller künftig noch abzuhandelnden Meß-Instrumenten. Es sind aber die Diooptern nichts anders, als diejenigen Mittel, wodurch man die gerade Linie von seinem erwehlten Stande, bis zu einem gewissen vorgenommenen

Punct

Punct abzielet und determiniret; und werden selbige, nach Beschaffenheit der Instrumente, bey welchen sie gebrauchet, eingerichtet und zubereitet. Denn anders seyn sie beschaffen bey den allgemeinen geometrischen Instrumenten, anders bey den sogenannten Horizontal- und Wasser-Wagen, und bey den astronomischen, sonderlich gar grossen Instrumenten. Ich habe derselben gar verschiedene Arten nach dem mannigfaltigen Gebrauch Tab. XXIX. vorgestellet.

Doch ehe wir dieselben nacheinander durchzugehen uns vornehmen, so habe

von ihrer Eigenschaft und Unterscheid

zuförderst überhaupt noch weniges erinnern wollen.

§. 383.

Vornehmlich wird demnach von ihnen erfordert: daß man ein auch ziemlich weit entlegenes Objectum wohl dadurch sehen, und an einem daran erwehlten Orte scharf abkommen oder schneiden könne; die Oeffnungen aber, und die andern Behülfe, wodurch ein gewisses Merkmahl wahrgenommen und abgeschnitten werden soll, müssen in einer geraden und gleich-langen Linie sich befinden, welche perpendicular an den Terminis einer andern Linie aufgerichtet stehet, die mit der geraden Linie der Entfernung des Objecti von dem Instrumente eines ist. Zu diesem Ende müssen solche Perpendicularen den Absichten bey den beweglichen Linealen jedesmahl an die Seite, daran man mit Bley-Stift, oder einem spitzigen Griffel die Linien hin zu ziehen nöthig hat, zu stehen kommen, wie solches an Fig. I. II. VI. VII. VIII. und XVI. abzunehmen. Sonst ist von selbigen noch zu behalten: daß, je höher die Dioptern genommen werden können, desto bequemer sind sie in verschiedenen Fällen bey Untersuchung der Höhen, doch sollen sie alsdenn auch desto stärker und dicker zubereitet seyn, damit sie nicht leichte verbogen werden können; ingleichen mögen sie hohe und niedrige Absehen haben, wie Fig. I. II. VI. VII. und XVI. damit sich hoch und tief dadurch visiren lasse.

§. 384.

Hiernechst werden sie auch eingetheilet: in bewegliche und unbewegliche; die ersten sind zum Theil, mit samt der Regel, darauf sie fest gemacht, beweglich, dergleichen Fig. I. II. VI. VII. VIII. oder sie können Bequemlichkeit halber, und wegen andern daraus entstehenden Nutzen, von den Instrumenten abgenommen werden, wie Fig. IV. V. XIII. und XVI. oder sie lassen sich hoch und niedrig stellen, wie bey Fig. XVII.

§. 385.

Figura I. II. III. sind Dioptern von den gebräuchlichsten guten Arten, nur müssen die Oeffnungen, wo das Auge dran zu liegen kommt, so viel als möglich, subtil eingeschnitten seyn: sie werden entweder in die Regeln geschoben, wie Fig. V. oder mit kleinen Schrauben daran befestiget, dergleichen Fig. I. II. &c.

§. 386.

Fig. IV. V. XIII. und XVI. sind also zubereitete Arten, daß sie an das Instrument eingeschoben, und wieder weggenommen werden können; derohalben ihre Zapfen in die Löcher sehr wohl passend und eingeschmergelt seyn sollen, daß sie recht gehebe anschliessen, und fein satt aus- und eingehen.

§. 387.

Fig. VI. VII. VIII. stellen Dioptern vor, welche sich aufrichten und niederlegen lassen; diese Bewegung geschiehet theils in einem Charnier und Gewinde, theils vermittelst

telst der Zapfen in ihren Lagern, beyde Arten aber müssen unten, wo sie auf die Regel zu liegen kommen, sehr gedränge gehen, auch einen Anschlag zum perpendicularen Stande haben. Bey den letzten Fig. VII. liessen sich an statt der Zapfen oder Nieten auch Schrauben anbringen. Ingleichen werden auch einige mit subtilen Federn unterleget, daß sie weder vor sich selbst, noch durch einigen Anstoß, wenn die Regel oder das Instrument umgewandt wird, nicht vor und hinter schlagen.

§. 388.

Unter denen von IX. bis XII. welches allerseits an dem Instrument fest gemacht, und folglich ganz unbewegliche Diopteren seyn, auch nur insgemein zu den Horizontal- und Wasser-Wagen dienlich, haben diejenigen Fig. XI. den Unterscheid, daß jede auf einer Seite mit einem Meßing-Blech verdecket werden könne; Zu diesem Ende ist solches um ein Schräubgen *b* beweglich, und hat nicht nur oben bey *a* einen Ausschnitt, mit dem es in das Zäpflein *d* einschnapffet, sondern es ist auch in der Höhe des andern gegenüber stehenden Visieres an beyden Blechen eine kleine Oeffnung *c*. Ihr Nutzen ist, daß sich dadurch vorwärts und zurück visiren lässet.

Fig. XIV. sind ebenfalls zwey dergleichen Dioptern, dadurch man rechts und links, vorwärts und zurück visiren kann.

§. 389.

Eine besondere Art vom dioptrischen Absehen

stellet Tabula XV. vor.

Es haben diese Picard, Römer, wie nicht weniger *Hugenius* zu allererst bey den Wasser-Wagen angebracht. Denn weil bekannt, und ohnstreitig gewiß, daß, je weiter bey dem Wasser-Wägen die Stände von einander genommen werden, und folglich derer weniger, als sonst gewöhnlich bey der Operation seyn, desto eher kann man von der Accurateſſe der gesuchten Horizontal-Linie gesichert seyn. Nun kann aber das allerbeste Auge in einer allzugrossen Entfernung keine deutliche Begriffe von einem auch noch grossen Objecto zuwege bringen, vielweniger aber das an der Ziel-Stange befindliche kleine Merkmahl bey einer grossen Weite und Distanz erkennen. Dannenhero werden bey denen neuesten Wasser-Wagen dergleichen dioptrische Absehen mit gar gutem Nutzen gebrauchet: Diese aber sind nichts anders, als etwas lange und geraume Perspective, Fig. XV. *P*, in deren inneren Raume des Rohres eine besondere Diopter Fig. XVII. just bey dem Foco des Augen-Glases angebracht, welche nach folgender Construction zubereitet wird: In einem recht winklicht-viereckichten Rahmen *c*, der einen wohl noch dreymahl breitern Fuß *a* hat, als seine übrigen Wände seyn, gehet ein anderer kleinerer in der Mitte offener und daselbst mit einer subtilen Drath-Säiten versehene Rahmen *d*. Dieser letzte wird von einer unten am Fuß befestigten stählernen Feder *b* in die Höhe geschoben, von oben aber kann eben derselbige durch die Schraube *e* herunter geschraubet, und folglich auf diese Art das Absehen *d* nach beyden darneben stehenden Diopteren in eine Höhe und gerade Linie gestellet werden, welche Richtung oder Stellung vor der angehenden Operation höchstnöthig, und fleißig folgender Gestalt vorzunehmen:

Ihr visiret erst durch die Seiten-Diopteren nach einem vorgesetzten Ziele, und verrichtet eben dergleichen durch das Perspectiv so lange, bis ihr durch das Auf- und Zuschrauben der Schraube *e* mit dem Drathe *d* das vorgesetzte Ziel, ohne das Instrument verrückt zu haben, abschneidet, und dieses könnet ihr auf unterschiedene Art mit Verwendung des Instruments vornehmen.

§. 390.

Noch eine dergleichen etwas veränderte Art ist bey Fig. XVIII. zu sehen.

Daselbst ist *a* eine Schraube, welche oben durch die Röhre des Perspectives *b* und den Rahmen *c* gehet, und mit ihren Ende in das umgebogene Stücke des Absehens *d* versenket oder vernietet, so daß mit dem Auf- und Zudrehen der Schraube *a*, sich auch das ganze Absehen *d* in seinen Rahmen *c* auf und nieder rücken lässet. Da aber auch die Schraube und Absicht, wo sie aneinander sich bewegen, wandelbar werden und stocken dürften, habe ich hier bey dem Profil eine Feder zu oberst angebracht, die das Absehen nach einem gewissen Gange erhält und nicht stocken lässet. Die Schraube ist gemacht, daß sie mit einem Schlüssel umgedrehet werden muß, damit sie nicht durch Anstossen verrücket und mit ihr das Absehen inwendig verschoben werden könne, so es einmahl gerichtet.

Ein mehreres von diesen Diopteren und ihrer Justirung ist in meinem *Theatro Statico Universali* Part. IV. nachzuschlagen.

Allhier aber sey auch nunmehro gnug gesaget von den Essential-Stücken aller gebräuchlichen Meß-Instrumenten, nemlich dem Stativ und denen Diopteren, und wenden wir uns demnach zu denen Instrumenten selbst, von denen wir zu betrachten vor uns nehmen.

Das XXV. Capitel.

Von den Mensulis oder geometrischen Meß-Tischgen.

§. 391.

Unter allen geometrischen Instrumenten, die in der Praxi und auf dem Felde jemahlen in Gebrauch gewesen, oder noch darzu ausgedacht werden können, wird dennoch das geometrische Meß-Tischgen, wegen seines leichten Gebrauches, vielfältigen Nutzens, und endlich auch um seiner Accuratesse willen, den Vorzug behalten. Es heisset solches insgemein *Mensula Prætoriana*, von seinem Inventore also zugenahmet. Dieser M. Joh. Prætorius war ehemaliger Professor Mathematum zu Altorf, und pflegte seine Auditores immer zu erinnern, daß wenn einer am gewissesten und sichersten messen wollte, so sollte er zu denen Weiten und Distanzen zu messen ein besonderes Instrument, zu dem Grund-legen abermahlen ein a partes, und auch ein absonderliches die Höhe und Tiefen zu erforschen, ihme nur erwählen, damit anzuzeigen, daß dasjenige Instrument, welches gar bequem und mit gutem Nutzen zu Abnehmung der Höhen gebrauchet werden könne, nicht mit gleichen Vortheil und Accuratesse das Grund-legen ins Werk richte; Also auch werde dasjenige, so zu den Distanzen abzunehmen und zum Grund-legen geschickt, hingegen in Untersuchung der Höhen und Tiefen nicht allezeit vor gut befunden. Hierdurch aber hatte er denenselben Anlaß gegeben, daß sie immerzu bey ihm anhielten, Er möge doch auf ein solches Instrument bedacht seyn, welches zu erwehnten verschiedenen Messungen tüchtig und geschickt wäre, weil ja eines Theiles solcherley unterschiedene benöthigte Instrumenta nicht überall gleich zur Hand wären, diese aber selbst beständig mit sich zu führen andern Theils zu beschwerlich. Womit sie endlich durch so langes und oft

wiederholtes Bitten Ihn aufgemuntert, bis er zuletzt seine Mensulam geometricam, oder ein bequemes geometrisches Meß-Tischgen erfunden, und gedachten seinen Auditoribus den Nutzen und Gebrauch davon in einem schriftlichen Unterrichte jedesmahl communiciret. Wie nun alle Inventiones gleich nach ihrer Geburt am wenigsten also beschaffen, daß sie nicht in einem und dem anderen verbessert, und zum Gebrauch und der Ausübung bequemer eingerichtet werden könnten; also ist auch mit dieser Mensula von Zeit zu Zeit immer eine Veränderung vorgenommen worden, wie solches folgende Abhandlung mit mehrern bekannt machen wird.

§. 392.

Von ihrer allerersten Beschaffenheit will hier nur so viel gedenken, daß sowohl das ganze Stativ, als auch das Tischgen von lauter Holz zusammen gesetzet gewesen. Tabula XXX. Fig. VIII. ist das Tischgen an seiner obern Fläche zu sehen: dieses bestunde aus einem guten trockenen recht winklicht-viereckigten Brete, an seinen Quer-Seiten mit Horn-Leisten versehen, daß es von der Witterung nicht gezogen und gekrümmet werden könnte: auf dieses wurde ein Bogen Papier mit Wachs angeklebet, oder mit spitzigen Nadeln zur Seiten angeheftet.

Wer eine vollständigere Nachricht, so wohl von diesen, als andern dazu gebrauchten Neben-Instrumenten, vornehmlich wie sie zun Höhen gebrauchet worden, zu wissen begehret, findet selbige beysammen in M. Dan. Schwenters *Geometr. Pract. P. III.* von Georg Andrea Böcklern vermehrt herausgegeben zu Nürnb. 1667. 4to.

§. 393.

Nach diesem hat man das Tischgen also verändert, damit das Papier etwas fester, als bey dem Wachse oder den Nadeln, darauf halten möge, dahero solches einige eben auf die Art, wie ein Reiß-Bret verfertigen lassen, nemlich: Fig. X. und XI. ist *R R* ein recht winklicht viereckigter Rahmen, der oben bey *f* rund herum einen Spund hat, in diesem wird ein just sich dareinschickendes Bret *B* geleget, dergestalt, daß es den Rahmen sowohl inwendig bey *i*, als auch bey dem Spunde *f* völlig ausfülle. Dieses Bret wird alsdenn durch die zwey Riegel *a b* also darinnen befestiget, indem der Rahmen auf der einen Seite bey *l* vor jeden Riegel ein Loch genau über dem Brete hat, so groß, daß es ohngefehr was mehrers als die halbe Dicke des Riegels bey *Z* austrägt, darein eben der Zapfen *Z* hinein gestecket werden kann; an der andern Seite des Rahmens befinden sich bey *S* eben dergleichen Löcher, so aber gegeneinander geschleifet, damit in selbige, die am andern Ende der Riegel befindliche Zapfen allda in die Löcher gebracht werden können, nachdem ein etwas angefeuchteter starker Bogen Papier auf die obere Fläche des Bretes geleget, und mit selbigen in den Rahmen gespannet worden, welches Papier hernach mit der oberen Fläche des Rahmens eine Linie ausmachet, wie sich solches Fig. IX. präsentiret. Unten wird an dieses Bret in der Mitte bey *d* eine runde meßingene Scheibe durch einige Schrauben feste gemachet, an welcher eine Hülse Fig. XII. *h*, die sich an den oberen Theil eines Statives zu den Zapfen *y* schicket, Tab. XXVIII. Fig. I. &c. und daran mittelst der Stell-Schraube *S* fest gemachet werden kann, weil aber diese Scheibe keine Nuß, so kann auch das Tischgen nicht vertical sondern nur allein vermöge dem Stativ horizontal gestellet werden.

§. 394.

Dannenhero ist man bey so gestalten Sachen auf Mittel bedacht gewesen, dieses Tischgen auch auf die Seiten wenden, und seiner oberen Fläche nach vertical richten zu können, wozu die Nuß mit ihrer Zugehör Fig. XIII. behülflich. Es wird zu dem Ende unten zu mittelst des Instrumentes, wie solches gemeiniglich von Holz, ein Stück Meßing *A* eingelas-

gelassen, dessen Centrum eine grosse Schrauben-Mutter *e* abgiebet, darein die Schraube *B* am Ende des Zapfens *J* eingeschraubet und befestiget werden kann. Ueber dieses Meßing wird ein harter breiter Ring *Cc* auf einer Seite mit zwo Schräubgen *d* scharf angezogen, so daß er sich an der andern Seite bey der Schraube *G* von der untern Fläche des Bretes ein wenig abgiebt, auf solchen Ring wird alsdenn der Zapfen der Nuß mit seinem daran befindlichen Teller angemacht, und mit der Schraube *g*, die mit ihrem runden Ende durch den Ring in das eingelassene Meßing *A* bey *i* einfällt, an das Instrument perpendicular gestellet und befestiget. Das letztgedachte Schräubgen aber *g*, so auch nur eine Riethe seyn könnte, wird darum in *i* gebracht, damit das Instrument, wenn es einmahl in *A* verschraubet, nicht wieder (sonderlich bey oftem Gebrauch) lucker und wandelbar werden möge.

§. 395.

Dieser kurz vorhero beschriebenen Art, das Papier in den Rahmen zu spannen, weil solches etwas mühsam, wollte ich lieber diejenige Manier vorziehen, wo durch das Bret an unterschiedenen Orten kleine länglichte, aber nicht allzuweite Oeffnungen gemacht werden, die etwas näher gegeneinander stehen, als der Bogen Papier an seiner Länge und Breite austräget; unten hingegen befindet sich vor jedem solchen Loche ein sehr gedrange gehender und überall wohl anliegender Schieber: wenn nun das Papier nach denen auf dem Bret befindlichen Löchern aptiret, und an jedem Orte, wo es auf diese zutrifft, ein so breiter Streif von dem über diese Löcher gehenden Papiere stehen gelassen wird, als dieses lang ist; so kann das Papier, nachdem es mit den ausgeschnittenen Stücken durch diese Oeffnungen gestecket, und die Schieber unten wiederum vorgeschoben werden, gar feste und straff angespannet werden.

Der Nutzen dieser Manier ist darinnen der vorhergehenden überlegen, weil sich auf diese Weise auf einmahl viele Bogen Papier übereinander legen und anziehen lassen, davon man bey bedürfendem Falle einen nach dem andern zum Gebrauche gleich beyhanden hat.

§. 396.

Noch andere, welche auf eine Verbesserung, das Papier auf dem Tischgen aufzuspannen bedacht gewesen, damit sie nicht nur des mühsamen Aus- und Einspannens überhoben seyn, sondern auch vornehmlich jedesmahl, wenn sie reines Papier benöthiget wären, dergleichen alsobald bey der Hand, und zur Vornehmung der Operationen geschickt haben möchten, sind endlich auf die Gedanken gerathen, und haben sich folgender Art bedienet: An das auf gewöhnliche Weise verfertigte Meß-Tischgen werden Fig. XIV. an zwey einander entgegen stehende Seiten unten zwey Cylinder angemachet, wie einer davon bey *C* zu sehen; diese lassen sich mit ihrem Zapfen Fig. XV. *e E* in den besonders an die Ecken des Tisches angemachten Lagern *f f* bewegen, und durch das Rädgen *E* herum drehen, auch könnten sie mit den Schrauben *g* gestellet werden, daß sie nicht, wo sie einmahl straff angezogen, wieder zurücke gehen und nachgeben könnten. Wenn nun von oben herunter an diesen beyden Seiten, davon hier nur die eine *a b* zu sehen, ein schiefer Falz durch das Tischgen gearbeitet, und oben an dem Tischgen, wo das Papier dran zu liegen kommt, fein abgeschürfet worden, daß ein Bogen Papier der Breite nach von oben durchgestecket werden kann, so lässet sich solches, wenn viele derer Bogen sauber an einander geklebet werden, füglich und bequem von dem einen Cylinder ab, und über das Tischgen auf den andern aufwinden, folglich so kann man dergestalt nicht nur so bald es vonnöthen das Tischgen mit

mit frischem und weißem Papiere hurtig überziehen, sondern es ist die Art auch sehr vortheilhaftig, wenn bey einer an einander liegenden Fläche, wie z. E. die Wege und Strassen, der Raum des Tischgens nicht auf einmahl zulänglich, sondern oft die Operation deshalber zur Unzeit gehemmet und differiret werden muß.

§. 397.

Gleichwie nun alle diese bis dahero angeführte Arten nur also beschaffen, daß sie vor der Operation nothwendig erst mit Papier zu überziehen, ausser diesen aber gar nicht zu gebrauchen, da es hergegen dennoch öfters geschehen könnte, daß bey feuchtem, ja gar bey würcklichem Regen-Wetter, mit diesem Instrumente im Felde etwas in Grund zu legen und abzunehmen wäre, in welchem Falle das Papier naß, und folgends das Instrument gar unbrauchbar werden würde, so hat man um dieser Ursache willen eine dünne bleyerne Platte erwehlet, welche auf das Meß-Tischgen nach folgenden zweyerley Wegen befestiget und zum Gebrauch bequem gemacht wird.

§. 398.

Es bekommt nemlich Fig. XVI. und XVII. diese Platte *b* rund herum abgeschärfte Seiten *c*, und wird, nachdem sie an ihrer untern Fläche wohl geebnet, auf das hölzerne Tischgen geleget, und sodenn entweder mit einem just über die abgeschärften Seiten übergreifenden hölzernen Rande *d* Fig. XVI. der durch sehr guten Leim und hölzerne hin und wieder eingeschlagene Nägel wohl befestiget, auch an das Tischgen feste angemacht; oder man brauchet Fig. XVII. an statt des hölzernen Randes einen meßingenen Rahmen *A*, so vermittelst derer Schrauben fester angezogen, und mit besserer Beständigkeit die bleyerne Platte an den Meß-Tisch angedruckt aufbehält. Diese Platte, ob sie schon das Instrument um ein weniges schwerer machet, hat hergegen den Vortheil, daß man auch in dem übelsten Wetter die darauf in Grund gelegte Fläche unverändert behält; ingleichen können, wenn die darauf befindlichen Figuren abgetragen und einmahl ins Reine gebracht, oder sonst allda nicht mehr nöthig, solche ohne grosse Mühe so gleich durch den Gerb- oder Polier-Stahl Fig. XVIII. mit dem Ende *A* zugestrichen, und das Bley, wie vorhero, ganz glatt zum fernern Gebrauch gemacht werden. Die Spitze *B* dienet die Regel mit den Dioptern daran als an einer Nadel anzudrucken, und endlich auch mit selbiger die Linie vorzureissen.

§. 399.

Den Gebrauch dieser Meß-Tischgen anzuführen, und wie man sich derer in unterschiedenen Fällen bedienen könne, will ich allhier durch speciale Exempel nicht erklären, weil der Raum gar zu enge, und auch im übrigen dieselben in Schwenters *Geometr. Pract. P. III.* wie oben schon gedacht, ausführlich zu finden: Sondern ich will nur mit gar wenigem dasjenige erwehnen, was überhaupt

von der Richtung und Handhabung dieses Instruments in Acht zu nehmen.

Davon ist zum Voraus zu behalten, daß es so wohl zum Grundlegen, als auch die Höhen und Tiefen abzunehmen, sich schicke, doch erfordert es in beyden Fällen eine besondere Stellung.

§. 400.

Bey dem Gebrauch im Grundlegen soll die Ober-Fläche des Tischgens, nachdem das Instrument auf das Stativ gebracht, jederzeit horizontal gestellet, und die Stand-Linie, nach vorhero wohl überlegten Umständen und gehaltener Untersuchung der abzu-

messen vorgegebenen Grösse, darauf getragen werden, man mag nun aus einen oder zwey Ständen die Operation zu verrichten gesonnen seyn; denn auf solche Linien wird hernach durch zwey Puncte der Terminus *a quo* und *ad quem* angedeutet, das ist: **Ich trage auf diese Stand-Linie nach einem verjüngten Maaß entweder die wahre Entfernung eines Objecti, oder meiner zweyen Stände.**

Merket aber wohl, daß, so ihr accurat operiren wollet, ihr alsdenn, wenn ihr in den andern Stand gehet, nicht nur in eben der geraden Linie bleiben müsset, wie ihr sie einmahl in dem ersten Stande angenommen, sondern ihr müßt auch der Länge nach mit der nach verjüngtem Maaß aufgetragenen Entfernungs-Linie in der wahren Entfernung überein kommen, weil sonst die Durchschnitte aus dem andern Stande einen merklichen Unterschied in der Figur verursachen können. Denn kommt ihr mit dem andern Stand-Punkte auf dem Tischgen um was weniges über die wahre Entfernung dieses Standes hinaus, so wird eure Figur kleiner, als sie wirklich ist, da sie in dem andern Falle sich vergrössert, so der Punct hinter der wahren Entfernung auf dem Tischgen seine Stelle bekommt. Diese beyde Puncte des einen oder des andern Standes aber, nemlich den auf der Mensula und den auf dem Erdboden wahrhaftig perpendicular über einander zu stellen, dienet das Fig. III. Tab. XXXIII. abgebildete

Instrument mit dem Gewichte.

Dieses dürft ihr nur mit der Spitze *a* an das Punctum stationis auf den Tisch rücken, so wird das Gewichte *b* auf den Erdboden anweisen, wie ihr das Instrument nach der wahren Entfernung der Stände stellen müsset.

§. 401.

Bey denen Höhen-Messen ziehet ihr zuförderst auf dem Tischgen mit desselben Seiten einer eine Parallel-Linie, die eure Stand-Linie abgeben soll, wendet das Tischgen auf die Seite, und stellet es mit der Seiten, die mit eurer Stand-Linie eine Parallel-Linie machet, just horizontal, die Fläche des Tischgens aber richtet vertical, welches vermittelst des Lothes Fig. VII. Tab. XXX. geschehen kann, und observiret bey der Operation eben das, was oben von den Ständen erwehnet worden.

§. 402.

Endlich ist noch von der Regel mit den Dioptern Tab. XXX. Fig. IX. zu behalten, daß sie jedesmahl stete an die Nadel, die in den Stand-Punct gehalten wird angedrucket, und bey Ziehung der Linie selbst die Regel nicht verrücket werde, auch hat man sich überhaupt mit diesem Instrumente bey der Ausübung vorzusehen, daß man die Aerme nicht allzuhart auflege, oder weder an den Fuß noch an den Tisch unvorsichtig stosse, weil sonst, soll sich kein Fehler ereignen, alle vorhero gehabte Bemühung ganz vergebens. Sonst können auch, besserer Bequemlichkeit halber, auf der Regel der Diopter Maaß-Stäbe von verschiedener Grösse angebracht werden, die man bey dem Feldmessen immer nöthig hat.

§. 403.

Benjamin Bramers geometrisches Instrument zu Abmessung und Solvirung der planischen Triangel.

Es bestehet dieses Instrument Fig. I. Tab. XXXI. aus einer metallenen starken Platte *ABCD*, die ohngefehr länger als sie breit, oder auch wohl noch einmahl so lang als breit, das ist doppelt-schächtig: Denn je grösser die Instrumente, desto accurater kann ihre Theilung gemacht werden. Auf der Mitte der längsten Seiten einer *BD* werden

zwey

zwey in einem Gewinde gehende Regeln *EF* und *EG* fest gemachet, die mit der Platte selbst so viel gleiche Theile haben, als nur darauf gehen können, dergleichen hier auf der langen Seiten 240, und auf der kurzen 160, auf jeder Regel aber 200 zu finden. Nebst diesen werden auch an dem Rande herum die Grade und Minuten eines halben Zirkels aufgetragen, damit man dadurch die Winkel abnehmen könne, ingleichen sind die beyden Regeln mit ihrem Centro *E* also verfestiget, daß sie daselbst können abgehoben und an die Ecken bey 120 eingeschraubet oder sonst angemachet werden, damit sie in demjenigen Falle zu gebrauchen, wenn eine grosse Höhe, oder sonst so gar weit entfernete Objecta zu messen vorkommen, und eben nicht die Grade und Puncte der Winkel darbey zu wissen begehret werden, alsdenn setzet er aber auch auf die Seite *B D* zwey Diopteren in einer geraden Linie, die sich wieder wegnehmen lassen, ingleichen finden sich auf jeder Regel auch zwey Diopteren.

Eine von diesen Regeln wird befestiget, indem ein an ihr fester Bogen *J* durch eine Hülse *H* sich beweget, welcher daselbst mit einer Stell-Schraube angeschraubet werden kann; ausser diesen allen erfordert das Instrument auch ein Stativ und einen Perpendicul, wodurch dasselbe bey Abmessung der Höhen und Tiefen perpendicular zu stellen.

§. 404.

Wie die Grade und Minuten auf den Rand dieses Instruments zu tragen und abzutheilen.

Es sey Figura II. Tabula XXXI. *V X Y Z* die Platte des Instruments, auf derselben wird zum Transversal-Theilungen ein breiter Rand, nach der Grösse des Instruments 1 bis 1½ Zoll groß genommen, der hier *A V*, und von selbigem noch ein kleines Stücke *A T* abgeschnitten vor die ganzen Grade, so, daß die übrige Breite *T V* vor die Transversal-Linien übrig gelassen. Hierauf beschreibet ihr aus dem Centro *B* einen halben Zirkel *ADC*, und theilet ihn mit blinden Linien in seine gehörige 180°, ein Grad lässet sich hernach wiederum in 2, 4, 6, oder besser in 10 Theile theilen, wie es die Grösse des Instruments zulässet, dieses aber kann am füglichsten geschehen, so man die Platte auf eine andere, die grösser als diese, befestiget, und alsdenn einen grössern Zirkel um selbige aussen beschreibet, und solchen gehörig theilet, so werden nicht allein die Theilungen grösser, sondern es können auch in selbigen um so viel weniger Mängel und Fehler entstehen. Leget nun ferner an das Centrum *B*, und an alle Theilungs-Puncte ein Lineal, also: Aus dem ersten Puncte *D* reisset die Linie *DS*, und solches thut bey allen Puncten von 10 zu 10 Graden wiederum, oder bey recht grossen Instrumenten von Grad zu Graden; mittelst des andern Punctes *W* zeichnet ihr nur die Puncte *F* und *K*, mittelst des dritten *G* und *L*, und solches so fort, bis alle Theile auf der ganzen Platte vertheilet sind, so wird alsdenn *SK*, oder *EF*, desgleichen *KL*, oder *FG*, u. s. f. ein jedes Theil einen ganzen Grad, oder ein solch Theil des Grades, darein der halbe Zirkel getheilet worden, bedeuten. So nun von *K* ins *E*, von *L* ins *F*, und folglich von zweyen einander entgegen stehenden Puncten Zirkel-Linien gezogen werden, dergestalt, daß diese durch die zwey Puncte, und durch das Centrum *B* gehen, so sind, wie aus Figura II. zu ersehen, die Transversal-Linien verfertiget. Wie aber solche Zirkel-Linien zu ziehen, soll weiter unten folgen: Bedeutet nun *EF* oder *SK* einen halben Grad, so wird *EK* in 30 gleiche Theile getheilet, und also alle andere Transversal-Linien, damit ein Theil eine Minute bedeutet; ist aber *EF* oder *SK* ein Viertels-Grad, so wird *EK* in 15, ist es aber ein Sechstel-Grad in 10 gleiche Theile vertheilet, so, daß

jedes-

jedesmahl ein Theil eine Minute anzeiget, und wird demnach, so dieser gestalt die ganze Platte verfertiget, die Regel hernach beydes Grade und Minuten abschneiden.

§. 405.

Wollte man so grosse Mühe nicht haben, und die Transversal-Linien nicht nach Zirkel-Linien beschreiben, so kann man von *K* zu *E*, von *L* zu *F*, u. s. f. gerade Linien ziehen, und solche hernach, wie vor kurzen erwehnet, theilen. Und ob wohl solches nicht geometrisch und vollkommen, so wird es doch wenig, oder bald gar nichts austragen; sintemahl jederzeit durch die drey Puncte *BE* und *K*, und so auch durch die anderen alle, gar grosse Diametri erfordert werden, welche hier *EK*, *FL*, &c. und von den geraden Linien wenig Unterscheids haben werden können.

Der Gebrauch dieses Instruments beruhet darinnen: daß man, wie gewöhnlich, nach erforderenden Umständen dasselbe entweder horizontal oder vertical stellet, so denn aus dem Centro *E* mit den Regeln nach den gegebenen Grössen visiret, wodurch zuletzt lauter ähnliche Triangel auf diesem Tischgen entstehen, an denen, nachdem man die Entfernung der Stände, oder der Sache, bald auf einer der Regeln, bald an dem Rande des Tischgens gehörig abgezählet, alle Seiten und Winkel, ohne fernere grosse Bemühung oder Rechnung, auf einmal vor Augen zu liegen kommen. Z. E.

§. 406.

Es sey euch eine Höhe zu messen vorgegeben, zu der ihr kommen könnet, so nehmet euer Instrument, stellet dieses accurat perpendicular, oder mit seiner Fläche vertical, so, daß der Winkel *E* gegen den Ort, der zu messen, und die Dioptern *FG* gegen euch zu stehen kommen: visiret durch *F* nach dem Grunde der Höhe, und durch *G* nach dem obersten Ende derselben, messet die Entfernung eures Standes von dem Orte, den ihr abmessen wollet, die sey 50 Schuh oder 5 Ruthen, suchet diese Zahl auf einer von den Seiten *AB* oder *DC*, wie viel von dieser zwischen den zwey Regeln eingeschlossen, dieses ist die begehrte Höhe, welche hier 55 Schuh, oder 5 Ruthen, 5 Schuh ausmachet. Wer nun diesen weiter nachdenken, und sich mehrere Casus formiren wird, kann darbey bald in Acht nehmen, daß dieses Instrument, Winkel, Höhen und Distanzen auszumessen, noch ziemlich bequem.

§. 407.

Ozonams Meß-Instrument, oder Quadratum Geometricum.

Dieses Instrument, wie es Tabula XXII. zu sehen, ist ausser allem Zweifel von dem vorhero nur beschriebenen hergenommen, und mehr vor eine Verbesserung, als vor eine neue Invention zu halten, immassen diese beyden Instrumente in denen Haupt-Theilen ganz einstimmig. Denn

ABCD ist der Tisch mit dem Limbo, darauf die Grade des halben Zirkels zu den Winkeln gezeichnet, darzu bey *L* das Centrum. Auf dem Latere *AB* sind gegen *K* 120 gleiche Theile aufgetragen, dergleichen sich auch auf der Regel *EG* befinden, und zu dem Maaßstab wie bey vorhergehenden dienen; *FGHE* ist ein mit Bley oder Papier überkleideter Raum; *EG* ist nur eine Regel, die sich nicht nur um ihr Centrum *E* in einem Charnier beweget, sondern auch in einer Nuth, wie oben im Profil wohl zu sehen, von 3 gegen 4 schieben lässet. In eben diesem Profil aber sind auch die Dioptern besonders vorgestellet Fig. II. die sich an der Seite *AB* unter dem Instrumente

mente befinden, derer man sich in Abnehmung der Höhen zu bedienen. J stellet das bewegliche Centrum oder eine Hülse vor, mit welcher die Regel in das Centrum *L* gerücket werden kann, so man bey dem Messen die Grösse des Winkels zu wissen nöthig hat; wo aber, ohne dieses zu erfahren, eine weit entlegene Distanz oder grosse Höhe abzunehmen vorkämen, kann solche Regel bis an das Ende *A* oder *B* verschoben werden, in welchem Stücke dieses auch vor den andern gar bequem. Wie es demnach in gar keinem Haupt-Theile von dem vorhergehenden unterschieden; so ist auch dessen Gebrauch als wie bey jenem, nur muß man, weil nur eine Regel vorhanden, so an einem Orte visiret worden, an dieser Regel die Linie auf das Tischgen bemerken, und auf diese das Maaß tragen.

§. 408.

Doch, da man wahrgenommen, daß diese Instrumente in weiten Distanzen nicht gar so accurat zutreffen, und man solches vermittelst der Trigonometrie viel genauer erfahren könne; so sind selbige eben nicht so sehr in Gebrauch gebracht worden, immaßen dergleichen die erst beschriebene Mensula Prætoriana nebst der Trigonometrie solches noch besser in das Werk richtet. Wer im übrigen ein mehreres hiervon zu wissen begehret, kann die Trigonometriam Planorum Mechanicam **Benjamin Bramers** nachlesen, es ist selbige gedruckt zu Marpurg An. 1617. in 4to.

§. 409.

Leonhard Züblers Instrument zum Grundlegen und Abreissen einer ganzen Landschaft, Feld-Läger ꝛc. wo man bey zweyen Ständen nicht alles sehen kann.

Von diesen gedenket der gedachte Inventor in seinem **Unterricht vom Grundlegen**, welchen er unter dem Titul: *Fabrica Usus Instrumenti Chorographici*, das ist: **Neue planimetrische Beschreibung, wie man mit einem leichten und geringen Instrumente alle Städte, Gärten ꝛc. in ihrer Proportion aufreissen und verjüngen kann**, zu Basel 1607. in 4to ediret. Die Construction ist folgende: Es bestehet das Instrument Tab. XXXIII. Fig. VIII. *ABCD* aus einem gevierten rechtwinklichten Brete von guten trockenem Holze, ohngefehr $1\frac{1}{2}$ Schuh lang und 1 Zoll dicke, aus der Mitte dieses Bretes wird ein Cirkel beschrieben, dessen Peripherie einen Rand an dem Brete, etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, stehen lässet; dieser Cirkel ist eines halben Zolles tief ausgenommen, und in dessen Raum eine Scheibe *E* darein geleget, so daß sie nicht nur fein passend und satt sich darinnen umdrehen lasse, sondern daß sie auch oben mit dem Brete selbst eine horizontale Fläche ausmache.

§. 410.

In diese bewegliche Scheibe wird sowohl ein kleiner Cirkel vor das Magnet-Kästgen *F* nahe an die Peripherie, als auch ein Quadrat, das zwar so groß, als es der Raum zulassen will, beschrieben, aber nicht so tief ausgenommen seyn darf. An einer Seiten z. E. zwischen *BD* sind seine Dioptern, an zweyen Seiten aber, als *AB*, *CD* Hohl-Kehlen, darinnen sich eine Regel von Meßing, die auf der Fläche dieses Tischgens just und eben aufliegen muß, wohl hin und her rücken lässet. Oben auf der Regel ist der Raum durch eine Linie halbiret, und die eine Helfte in 200, die andere aber in 400 gleiche Theile getheilet, derer man sich zu einem Maaßstabe bedienen kann.

Bey dem Gebrauche observiret man den Stand der Magnet-Nadel, derohalben hernach die Scheibe *E* mit dem in ihr eingelassenen Magnet-Kästgen und in ihren innern

Quadrat unverrückt bleiben muß, oder doch bey Verwechselung der Station mit einer andern in eben den vorigen Stand wieder hergestellet werden soll, da hergegen bey der Operation und Richtung der Visire nur der Rahmen *ABCD* nach den Gegenden gewendet, und zu Ziehung der Linien die Regel an den Ort, wo es nöthig, geschoben wird.

§. 411.

Athanasii Kircheri Meß-Tischgen,

oder

sogenanntes Pantometrum.

Dieses Instrument, welches P. Schotten Gelegenheit gegeben eine Geometriam practicam zu schreiben, und darinnen dessen Gebrauch anzuweisen, wird so wohl von eben diesen in dem gedachten Tractate, als auch von vielen andern insgemein dem Kirchero zugeschrieben, da es doch beynahe mit Ihm zugleich die Welt gesehen. Denn es konnte Kircherus bald vier Jahre seines Alters zehlen, als Leonhard Zübler das kurz vorhero beschriebene Meß-Tischgen erfunden, und der Welt An. 1607. zuerst bekannt machte. Dieses aber ist eben der Grund zu dem Pantometro, immaßen solches nur in einem und dem andern Stücke von dem Kirchero verändert und bequemer gemacht worden, wie aus nachfolgender Beschreibung und Gegeneinanderhaltung dieser zweyen Instrumenten am besten klar werden wird.

§. 412.

Fig. IX. Tab. XXXIII. ist der von gutem trockenem Holze recht-winklicht viereckigte Rahme, dessen Seite wenigstens 1 Schuh lang, und 2 Zoll breit, $1\frac{1}{2}$ Zoll aber dicke oder stark. In der Mitte desselben machte er zwey einander in *E* recht winklicht durchschneidende Schenkel *FG*, welche aber nur halb so dicke, als die an den Rahmen, auf dieses Creutz legte er die runde Scheibe, die inwendig den Raum an allen vier Seiten berühret, und in der Mitte an das obere Theil des Statives, das durch die Oeffnung *E* gehet, angeschraubet wird, doch so, daß sich der Rahmen um die Scheibe herum drehen lasse. In die Scheibe Fig. X. ward ebenfalls bey *F* vor den Compaß eine kleine runde Aushöhlung gemacht, wie auch eine wenige Vertiefung *G* vor das Papier oder andere Materie darauf sich zeichnen lässet; An den Seiten *ABCD* sind Falze, darinnen das Lineal *L* hin und her geschoben wird, welches so eingefügt seyn muß, daß allezeit mit den Seiten *AC* und *BD* Parallel-Linien daran hin gezogen werden können. An dem Rande aussen bey *BD* wird in *M* eine Regel mit Absehen angeschraubet, die just so groß als die Seite, und dabey sich hoch und niedrig richten lässet; Und also ist es von dem P. Schott in der davon gemachten Beschreibung vorgestellet worden.

§. 413.

Wie nun aber eben dieser daselbst erwehnet, daß es von Meßing weit accurater, dauerhafter und netter gemacht werden könne, also ist dieses Instrument auch hernachgehends unter andern von einem hiesigen ehemaligen Mechanico, Herrn Gottlob Schobern, gar sauber zubereitet worden, so daß es mich bewogen, da mir dergleichen von einem sehr werthen Freunde zu handen kommen, dasselbe in einem Tab. XXXIV. Stand-Riß und Profil besonders vorzustellen, zumahl da eines und das andere daran befindlich, so mit vorhergehenden etwas unterschieden.

Daselbst ist *ABCD* die Platte, darinnen sich die Scheibe *EFG* fein stete und leichte umdrehen lässet, unter dieser Platte wird unten an der Scheibe ein kleiner Schie-

ber mit einem Magnet-Kästgen angemacht, welches sich bey dem Gebrauch weit über die Platte heraus schieben lässet, wie hier bey *M* zu sehen. Der obere hohle Theil der Scheibe wird mit einer dicken Pappe, darüber Papier geklebet werden kann, ausgefüllet. *JK* ist das Lineal oder der Läufer, der in den Falzen der Seiten *AC* und *BD* sich hin und her schieben läßt, in dessen Mitte *L* befindet sich so wohl ein Perpendicul, als auch über solchen in einem Gewinde eine Regel, die mit ihren Absehen *NO* beweglich. Aus diesen Absehen sind zu oberst Cirkel geschnitten, vor welche sich zu äusserst ein Blättgen *no*, so an einem Stifte *p* beweglich, schieben lässet, jedes Blättgen hat oben einen ausgeschnittenen Cirkel, darinnen bis in sein Centrum eine subtile Spitze *S* gehet, am andern Ende aber ist ein kleines rundes Loch, so in das Centrum des darhinter ausgeschnittenen Cirkels zutrifft, wenn dieses zu oberst gewendet wird. Die Scheibe *H* ist am Rande von *E* zu beyden Seiten in 180 Grad getheilet, die Platte selbst aber hat eben da, wo diese Scheibe eingepasset, um selbige noch einen Limbum *SR*, der von *O* und *N* gerechnet, wo nemlich der 90 Grad der Scheibe befindlich, links und rechts in 60 Grade getheilet, welche aber auf dem Limbo der Scheibe 61 Grade ausmachen, und zu der Sub-Division der Graduum in ihre Minuten gehöret, davon balde ein mehreres gedacht werden soll.

§. 414.

Von dem Gebrauch dieses Instruments.

Nachdem das Instrument mit Papier auf seiner Scheibe *H* überklebet und auf das Stativ gebracht worden, stellet man es an den zur Operation ausgesehenen Ort, ziehet das Magnet-Kästgen unten hervor, drehet das Instrument mit diesem so lange auf der Stellage herum, bis die Magnet-Nadel auf ihrer Abweichungs-Linie zu stehen kommt, und richtet solches alsdenn gehörig horizontal, da hierauf vermittelst der untern Nuß die Scheibe an dem Instrument unbeweglich gemacht wird, hergegen lässet sich hernach der viereckichte äussere Theil ganz gemächlich mit dem Läufer *JK* und den Diooptern *NO* um diese bewegen, daher auch durch diese Dioptern alle verlangte Objecta gesehen, und alsdenn die Linien an den Läufer *JK* in solcher Stellung gezogen werden können. Die bewegliche Regel mit den Diooptern dienet die Objecta, wenn sie vielmahl allzuhoch oder zu tief seyn, damit wohl zu fassen.

§. 415.

Hiermit sey nunmehro von denen Meß-Tischgen vor diesesmahl genug gesagt, und ob deren schon noch einige anzuführen gewesen, will es dennoch der Raum diesesmahl nicht verstatten; Zudem so kann die einige Mensula Prætoriana alle nöthige Dienste leisten, die nur von den kostbaresten Instrumenten in diesem Stücke bey der Ausübung verlanget werden können, und lässet sich an dergleichen Tischgen wie Fig. I. II. Tab. XXXIII. weiset, ebenfalls unter denselbigen ein Magnet-Kästgen anbringen, das sich darunter schieben lässet.



Das

Das XXVI. Capitel.

Von den Scheiben-Instrumenten.

§. 416.

Unter diesen Instrumenten verstehe ich alle diejenigen, welche Cirkel-runder Figur sind, und bestehen solche in Winkel oder ganzen Scheiben, Bousolen, halben Cirkeln, Quadranten, u. s. f. von welchen letztern etwas zu erwehnen, weil sie nur bloß zu Abnehmung der Höhen und Tiefen dienlich, und mehr unter die astronomische Instrumenten und zu den Astrolabiis zu zehlen, unser sehr enger Raum allhier nicht verstatten will, dannenhero den geneigten Leser bis dahin zur Geduld verweisen, bis wir, gel. GOtt! auf die Abhandlung derer gedachten Instrumenten gelangen werden. Zu diesen ganzen Scheiben soll demnach den Anfang machen die Tab. XXXIII. Fig. IV. befindliche

Papier-Scheibe,

welche ohne einige Abtheilung und nur also zugerichtet, daß über selbige ein Papier wie bey der Mensula eingespannet werden kann, wie dieses aus dem Profil Fig. V. gar deutlich abzunehmen: Daselbst ist *a b* eine starke meßingene oder küpferne Scheibe, die oben am Rande eine Vertiefung, in welchen sich accurat ein dicker Cirkel *c d* von gleicher Materie passend schicket, welcher an den ersten mit unterschiedlichen Schrauben *e f* &c. befestiget, und von unten herauf verschraubet werden kann, nachdem vorhero das Papier, wie bey einem Reiß-Bret, angefeucht darüber gebracht werden, *g h* ist die Regel mit den Diopteren, welche in dem Centro bey *i* um die Schraube sich umdrehen, und auch durch die daselbst befindliche Mutter sich befestigen lässet. Nicht weniger kann die Regel mit den doppelten Quadranten und Perpendicul, Fig. VI. statt dieser darauf gebracht werden, um die Höhen und Tiefen damit abzunehmen.

Allhier ist die Regel *a b* mit den Diopteren in ihrer Mitte *i* in einem Charnier auf einer Erhöhung *c* beweglich. Aus dem Centro dieses Gewindes hanget ein Perpendicul *i c*, der, wenn dieser Aufsatz horizontal stehet, auf eine von der Basi perpendicular in die Höhe gehende Spitze *c* einspielet, so daß dieser beyden Spitzen auf den an die Regel befestigten halben Cirkel jedesmahl die Grade abschneiden, um wie viel die Regel ausser dem horizontalen Stande erhöhet oder erniedriget worden.

Dieser Papier-Scheibe hat sich zu Anfangs Sr. Königl. Majest. in Pohlen wohlbestalter Land-Feld-Messer, Hanß August Nienborg, und vor ihm schon sein Hr. Vater, Samuel Nienborg, gleichfalls wohlbestallt-gewesener Ingenieur und Land-Feld-Messer, eine Zeit lang bedienet, da aber der erste von diesen mit dergleichen Scheiben wegen des unbrauchbaren Wesens bey Regen-Wetter nicht länger zufrieden seyn konnte, so war er dagegen bedacht, eine andere Scheibe zu verfertigen, die sowohl bey guten als schlimmen Wetter ihre Dienste leisten möge.

§. 417.

Hanß August Nienborgs Manier vermittelst durchgezogener Transversal-Linien die Winkel abzunehmen und zu notiren.

Es hatte dieser verständige und habile Ingenieur sich anfangs eine zu Abnehmung der Winkel allezeit bequeme Scheibe von einer ziemlichen Grösse verfertigen lassen, auf die er acht concentrische Cirkel beschrieben, davon ein jeder so wohl nach dem grossen und kleinen Alphabet mit und auch ohne Puncte, nebst den zwölf himmlischen Zeichen, sieben Planeten und andern Characteren bezeichnet, welche Cirkel nicht nur in accurate gleiche Theile getheilet worden, sondern es bekam auch ein jeder von diesen noch vier kleine Partes, dergestalt, daß weil diese acht concentrische Cirkel nach dem Centro zu sich immer verjüngen, und daher je näher sie diesen kommen, je kleiner ihre darauf gemachte Abtheilungen auch werden, und folglich ein Winkel genauer darauf als bey einem Winkel-Messer zu observiren, weil die Regel nach geschehener Visirung gegen einen Winkel im Felde jedesmahl auf einen Punct von den abgetheilten Cirkeln und ihren Theilungen eine zutreffen muß.

§. 418.

Weil nun mehr gedachter Herr Inventor darbey angemerket, daß das Instrument nicht groß genug gemacht werden könnte, so die kleinen Eintheilungen der darauf befindlichen vielen Cirkel nicht schädlich seyn, oder, wenn dieselbe wenigstens nicht genau genug observiret würden, daß nicht etwa ein Fehler vorgehen sollte, gleichwie aber das Instrument darinnen vor nützlich befunden, daß die Regel darauf die Linie viel genauer und accurater angiebt, als wenn erst mit einem zugespitzten Bley-Stifte dergleichen gemacht wird, so doch nicht so Haar-scharf an der Regel geführet werden kann, als sich der Abschnitt von der puren Regel zeiget, zudem weder Regen noch andere Incommodität darbey einen Aufenthalt verursachet; also hat er nachgehends eine andere etwas bequemere Scheibe zum Gebrauche angegeben, und sich derselben bedienet, wie solche Fig. VII. zu sehen, und dergestalt beschaffen.

§. 419.

Beschreibung dieses verbesserten Instruments.

Auf eine Scheibe von mittlerer Grösse werden durch concentrische Cirkel acht Abtheilungen gemacht, davon die erste am Rande und die zwey nähesten an dem Centro so wohl unter sich selbst, als auch mit den andern von ungleicher Grösse, die übrigen fünfe auf einander unmittelbar folgende aber sind gleich groß. Diese concentrische Cirkel sind durch Transversal-Linien, so einen zwölf-eckigten Stern formiren, an dessen Enden mit den 24. Buchstaben des Alphabets bemerket, und jeder Zwischenraum auf der Transversal-Linie in zehen gleiche Partes getheilet, so, daß von *A* bis auf *B* in allen 50 Puncte, von *B* bis hinauf in *C* wieder 50 u. s. f. Daß demnach das Instrument zu dem Gebrauche nur auf ein gewöhnlich Stativ gebracht werden darf.

§. 420.

Gebrauch dieses Instruments.

Mit diesem nun im Felde zu operiren ist gar nicht schwer, sondern wenn man sich darneben mit einem Täflein versehen, um die Puncte und Ruthen-Verzeichnisse dahinein zu tragen, so läßt man die Regel just auf der Mittel-Linie von Oriens gegen Occident zu, anliegen, und visiret mit Rückung des ganzen Instrumentes, sich bey der Anfangs-Linie einer jeden Grundlegung darauf ein; alsdenn lässet man solch Instrument unbeweglich und unverrückt stehen, und schiebet die Regel auf den Punct oder Spitze des einholenden Winkels, so wird diese jedesmahl einen Punct von den 50 Abtheilungen auf einer derer 24 Transversal-Linien treffen. Z. E.

Es sey die Regel bis auf *JK* fortgerücket, auf welcher Transversal-Linie sie den 25 Theil oder Punct abgeschnitten, so merket man solches in seinem Verzeichnisse auf, und schreibet in sein Ruthen-Verzeichniß: *JK* 25 Punct. Nach diesen gehet man weiter, lässet die Regel auf jetzt bemeldtem Puncte feste anliegen, und rücket sich mit dem ganzen Instrumente zurücke wieder ein, und schiebet ferner die Regel auf den vorscheinenden Winkel; merket gleichfalls wiederum, welchen Punct und Transversal-Linie die Regel trift, zeichnet solches auf, und gehet also weiter fort, bis die verlangte Figur umgangen, die man hernach zu Hause auf dem Papier bequem übertragen kann, davon weiter unten noch etwas erwehnet werden wird.

§. 421.

Dieses waren nun Scheiben ohne Theilung, womit sich ganze Gegenden abnehmen und abtragen lassen. Da aber der folgenden Instrumenten Construction und Accuratesse einzig darauf ankommt, daß ein Cirkel in viele gleiche Theile getheilet, und solche Cirkel-Theilungen auch gehöriger maßen auf Linien gebracht wird, so ist nöthig, allhier zuförderst von dergleichen

Eintheilung der Zirkel und solcher ihrer Linien,

etwas ausführlicher zu handeln.

Es giebt aber derer zweyerley Eintheilungen, nemlich in ganze und halbe Grade, und denn auch in kleinere, dergleichen Minuten, Secunden ꝛc. Von den ersten ist bereits zur Gnüge bekannt, daß ein jeder Cirkel in 360 Grade jedesmahl zu theilen einmüthig beschlossen worden, welche Zahl man nur darum erwehlet, weil sie durch alle Primitiv-Zahlen, ausser der 7, sich aufheben läßt; wie hergegen diese Theile zu jedem vorgegebenen Zirkel accurat zu finden, ist von mir schon oben §. 332. ein Maaß-Stab darzu beschrieben worden, und also werde ich hier nur von Eintheilung dieser Grade in ihre Minuten, etwas weitläuftiger zu handeln haben. Diese Eintheilung nun in das Werk zu richten, haben verschiedene auch mancherley Wege gesucht, von denen wir hier einen und den andern durchgehen wollen.

§. 422.

Zu der einen Art hat Herr Schwenter in seiner *Geometria Practica* den Weg gebahnet, daselbst er anweiset:

Wie man einen kleinen Theil von einer Linie in andere noch kleinere Theile theilen könne.

Welches denn weiter nachzudenken Anlaß gegeben, bis man ein Mittel gefunden, diese Abtheilung bequem anzustellen, welches folgender Gestalt geschiehet:

Es sey z. E. Tab. XXXV. Fig. I. *A* eine gegebene Linie von verschiedenen gleichen Theilen, und wird begehret, einen von diesen Theilen in 6 kleinere Theile ins besondere zu theilen: Also nehmet zuförderst einen Theil solcher ganzen Theile mehr an der Zahl, als einer davon kleinere bekommen soll, das ist allhier 7, diese Länge theilet in die begehrten 6 Theile, so wird damit nicht nur der übrige genommene 7de Theil in 6 gleiche Theile getheilet seyn, sondern ihr bekommet auch aus dieser Theilung einen Maaßstab *B* von 6 gleichen Theilen, daran ein Theil um $\frac{1}{6}$ kleiner, als ein Theil von den ersten angenommenen, daß also 6 von dem neuen Maaße nur 5 von dem alten ausmachen, wie bey *C* zu sehen; wenn nun mit dem Maaßstabe *A* etwas gemessen worden, und solches nicht eben völlige ganze Theile ausmachet, sondern nach dem Maaße etwas Ueberschuß über ein ganzes Theil,

wie hier bey *D*, *E*, *F* geblieben, und man doch gerne wissen wollte, wie dieser Ueberrest nach den kleinern Theilen des Ganzen auszusprechen; so leget an das übrige Stücke den neuen Maaß-Stab *B*, und gehet linker Hand in seinen Abtheilungen so lange fort, bis ihr eine davon mit den alten in einem Orte zutreffen sehet, von dar an rechnet bey jeder Theilung auf dem neuen Maaße einen Sechstel weniger von den Alten, so wisset ihr, wie viel an dem Ueberschusse fehlen, daß es kein Ganzes ausmache, dannenhero ist dieses bey *D* $\frac{2}{6}$, bey *E* $\frac{4}{6}$ und bey *F* $\frac{1}{6}$ weniger als ein Ganzes.

§. 423.

Diese Art nun einen kleinen Theil in noch kleinere Theile zu theilen, ist glücklich auf die Abtheilung der Grade in die Minuten appliciret worden, so daß wenn man ganze Grade von einem Zirkel, jeden in 60 Minuten theilen wollen, man aus dem Zirkel einen Bogen von 61 Graden genommen, und diesen aufs neue in accurate 60 Theile getheilet, daß also der 61ste Theil unter diese 60 mit eingetheilet worden; wenn nun hernach auf dem Instrument ein Grad ungleich abgeschnitten wird, und man gerne dessen Ueberrest an Minuten wissen möchte, so fähret man von diesem Durchschnitt in dem dergestalt eingetheilten Minuten-Bogen mit dem Finger rückwärts, und siehet nach, wo einer von dessen Graden mit einem von den rechten Graden perfect eintreffe, so daß ihre Theilungs-Linien accurat aufeinander passen, bis dahin zählet man die Minuten-Grade, so viel nun der von da an bis an den Ueberschuß gezählet werden können, so viel Minuten sind auch in dem Ueberrest enthalten. Diese Sache kann aus Tabula XXXIV. an dem verbesserten Pantometro wahrgenommen werden, da der Limbus auf der viereckichten Platte dergestalt getheilet worden.

§. 424.

Daß diejenigen, welche unter den geraden und krummen oder Zirkel-Linien bey ihrer Theilung keinen Unterscheid machen, und die letzten daher eben so wie die ersten an den verjüngten Maaßstabe durch gerade gleich getheilte Transversalien theilen wollen, hierinnen sehr irren, dieses hat nicht nur schon *Bramer* zu seiner Zeit in dem Tractate Theilung der Instrumenten, erinnert, sondern es haben auch solches nachdem viele andere mit Ihm erkennet, und unter selbigen Stahl in seinem Europäischen Ingenier, ausführlich die dadurch entstehende Fehler erwiesen, dannenhero ich hier vor unnöthig erachte in Entdeckung der mehr als so bekannten Unrichtigkeit noch weitläuftiger zu seyn, doch habe solche in Figura II. III. IV. Tabula XXXV. vorgestellet, allwo diese ohne große Mühe wahrzunehmen. Denn weil die Radii durch die auf gemeine Art gefundene concentrische Zirkel zu Abtheilung eines Grades gezogen, jedesmal in dem Limbo kein Quadrat, sondern ein Trapezium formiren, und folglich durch die Transversal-Linie an dem letzten gegen das Centrum liegenden Zirkel von solchen ein allzu merklicher kleiner Winkel gemachet wird, als bey der äusseren Peripherie, also muß bey einer dergleichen gerade-linichten Transversal-Linie die Eintheilung weit ungleicher Proportional seyn, als bey einer Circular-Transversal, da noch bey dieser, wie bekannt, eine obgleich nicht allzumerkliche Differenz der Minuten verbleibet, woferne nicht die Radii der concentrischen Zirkel in einer ermeßlichen Proportion genommen werden, dergestalt, daß ihre Differenz zusammen mit der Distanz in der Summe übereintreffen.

§. 425.

Nach gewöhnlicher Manier die Minuten der Grade durch Circular-Transversal-Linien zu determiniren.

Wenn

Wenn Fig. V. die Breite des Limbi *a b* erwehlet, und so wohl an den äussern und innern Cirkel die 360° abgetheilet, so suchet man zuförderst zu den drey Puncten *c a d* das Centrum, welches hier in *e* sich findet: Damit aber diese Operation nicht bey jedem Grade wiederholet werden darf, so beschreibet man aus dem Centro *c* durch das gefundene Punct *e* einen Cirkel, davon allhier ein Stück *m o*, theilet solche Peripherie in 60 gleiche Theile: alsdenn so lassen sich rund herum aus diesen Puncten die verlangten Transversal-Linien beschreiben: Oder, so man die einmahl gefundene Oeffnung des Cirkels unverrückt behält, und von Grad zu Graden dergestalt damit fortgehet, daß man eine Spitze in den zu theilenden Grad, die andere aber in den äussern Minuten-Bogen setzet, so lassen sich diese Transversal-Linien ohne den letzten erst in 60 zu theilen, ganz füglich beschreiben. Hierauf wird eine von diesen Circular-Transversal-Linien in gefällige gleiche Theile getheilet, deren am besten 6 bis 10 seyn können, und durch jeden Punct ein concentrischer Cirkel gezogen; so hat diese Abtheilung der Grade in Minuten ihre noch ziemliche Richtigkeit.

§. 426.

Herrn Robert Hoockens Invention, die Minuten in den Graden zu beschreiben.

Es ist dieses bekannten Engelländers Invention in den Anmerkungen über den ersten Theil der Machinae coelestis des Hevelii so wohl als in dessen Operibus posthumis zu finden, allwo er unter andern auch einen Quadranten beschreibet, der hier Fig. VI. vorgestellet wird, von dessen Construction wir nur so viel, als zu unserm Vorhaben nöthig, gedenken wollen.

Er macht nemlich an eine lange Regel *a b*, des in seine 90 Grad getheilten Quadrantens, so sich in dem Centro *a* beweget, zur Seiten eine Schraube *c*, die einen subtilen Faden oder Pferde-Haar hält, und befestiget zu äusserst noch bey *b* in einem rechten Winkel eine noch etwas kleinere Regel, an deren Statt wir hier ein Cirkel-Stück *b f* gemacht, so aus *c* beschrieben. Nach dem ziehet er aus dem Centro *a* durch den Punct *c* auf seine Regel oder hier auf den Bogen eine gerade Linie, von dar aus die Theilung des kleinen Bogens *b f* sich anfängt, so nun die Regel z. E. an einen Grad just angerücket, und der Faden *g h* gerade gegen das Ende des Grades angehalten wird, so determiniret derselbe einen grössern Grad auf den Bogen *b f*, welcher, wenn er in 6 oder nach Beschaffenheit der Grösse in 10 gleiche Theile getheilet wird, und diese auch wohl wieder ihre kleinere Eintheilung bekommen, so bemerket dieses Supplementum des grössern Cirkels die begehrten Minuten.

§. 427.

Des P. Bonfà Manier die Minuten bis auf die kleinesten Theile ausfinden zu können.

Dieser so berühmte als geschickte Mann eröffnet in dem Journal des Sçavans hiervon seine Gedanken folgender Gestalt: Er theilet, wie gewöhnlich, den Quadranten in 90°, und schreibet zu selbigen die gehörige Zahl, ordnet auch zu äusserst an der Peripherie so viel Zähne, als die Grösse des Instruments verstattet, deren Anzahl entweder den achten, vierten, den halben oder auch wohl gar den ganzen Umkreiß des Cirkels ausmachen, nach deren Anzahl er so wohl die Stöcke der Trillinge und das Getriebe, als auch die Zähne der

Räder

Räder richtig in Zahlen determiniret, und in folgende Tabelle gebracht hat, darinnen die Eintheilung auf 90 Zähne gerichtet.

	Zähne der Triebe und Räder.	Dieser ihre Umgänge.	Determination der kleinern und kleinsten Theile eines Grades.			Zähne der Triebe und Räder.	Dieser ihre Umgänge.	Determination der kleinern und kleinsten Theile eines Grades.
1	Trieb 6		1		1	Trieb 8	½	1
	Rad 36	½	6			Rad 64		8
2	Trieb 6	1	6		2	Trieb 8	1	8
	Rad 60	1	60 M			Rad 60	1	60 M
3	Trieb 6	10	60		3	Trieb 8		60
	Rad 36	10	360			Rad 64	7½	480
4	Trieb 6	60	360		4	Trieb 8	60	480
	Rad 60	60	3600 S	Oder		Rad 60	60	3600 S
5	Trieb 6	600	3600		5	Trieb 8	450	3100
	Rad 36	600	21600			Rad 64	450	28800
6	Trieb 6	3600	21600		6	Trieb 8	3600	28800
	Rad 60	3600	126000 T			Rad 60	3600	216000 T
7	Trieb 6	36000	126000		7	Trieb 8	27000	216000
	Rad 36	36000	1296000			Rad 64	27000	1728000
8	Trieb 6	216000	1296000		8	Trieb 8	216000	1728000
	Rad 60	216000	12960000 Q			Rad 60	216000	12960000 Q

§. 428.

Die bewegliche Regel zu diesen Quadranten machet er ziemlich dick, und zugleich unten über der Peripherie ganz hohl, Fig. VII. um das Räder-Werk darinnen anzubringen, oberhalb aber richtet er an einige Axes, die durch die Regel gehen, subtile Zeiger, so auf die Cirkel weisen, von diesen wird ein jeder in 60 gleiche Theile eingetheilet, auf welchen derjenige bey *M* die Minuten, der bey *S* die Secunden, bey *T* die Tertien, und bey *Q* die Quarten vorstellet. Daß nun diese vier Zeiger darauf richtig herum gehen, so setzet er an die Zähne des Quadrantens ein Getrieb, das in solche greifet, also, daß sich die bewegliche Regel *AB* um das Centrum *A* ohne Umdrehung des Getriebes nicht bewegen kann, an eben dieses Getriebe aber ordnet er eine Achse mit einem Rade, von so viel Zähnen, wie die Tabelle weiset, dieses erste Rad lässet er alsdenn in die Trieb-Stöcke des andern Getriebes, das in der vorbesagten Concavität gegen dem Centro *A* stehet, und mit einem andern Rade an seiner Achse versehen ist, greifen, beschreibet aus dem Puncte, in welchem die Achse des zweyten Rades stehet, als dem Centro auf der obern Seite der beweglichen Regel den ersten Zeiger-Zirkel mit 60 gleichen Theilen, und richtet den Zeiger an die Achse, der nun Minuten zeiget. Und also füget er, wenn Secunden, Tertien rc. verlanget werden, noch mehr Getriebe und Räder von so vielen Stöcken und Zähnen als die Tabelle angewiesen, auf gleiche Weise diesen bey, und determiniret darzu die Scheiben nebst den Weisern, wie bey den ersten geschehen. Daß aber die Regel sich vom Anfang der Grade bis an deren Ende ganz hindurch bewege, werden die Zähne bis zur äusserst hinaus zu beyden Seiten auf der Peripherie continuiret, wie die Figur deutlich zeiget; die Axes aber machet er ausserhalb auf der Zeiger-Scheiben ganz rund, und die Centra der Zeiger mit einem kleinen runden Loch, da er alsdenn diese auf jene feste schraubet, so nun die Regel auf den Anfang eines Grades gerichtet, und zugleich ein jeder Zeiger der Schei-

be auch auf solcher ihren Anfang gestellet worden, so kann dadurch ein Grad auch in seinen allerkleinsten Theilen exprimiret und determiniret werden, und kommet im übrigen alles auf eine accurate Eintheilung und fleißige Ausarbeitung der Räder und Getriebe vornehmlich an.

§. 429.

Weil aber mein Absehen allhier von richtiger Theilung der Grade in Minuten einige Nachricht zu geben, und nicht in Beschreibung und Untersuchung der Quadranten mich weitläuftig aufzuhalten, immassen dergleichen zu thun mir an einem anderen Orte bessere Gelegenheit vorkommen wird; als will ich zum Beschluß dieser Materie dem geneigten Leser noch meine Art die Grade mit Transversal-Linien zu theilen communiciren.

§. 430.

Des Autoris Instrument zu richtiger und bequemen Theilung der Grade in Minuten durch Transversal-Linien.

Nachdem man durch die Trigonometrie endlich den sichersten Weg gefunden, die Differenz der Radiorum, und folglich auch die Distanz derer concentrischen Zirkel zu Theilung der Grade in Minuten zu determiniren, indem jeder vorgegebener Radius in 3000 Theilen angenommen wird; so kann aus der nach diesem Grunde calculirten Tabelle die Theilung ganz richtig geschehen, wenn der vorgegebene Radius zum Limbo in 3000 Theile zuförderst getheilet, und nach diesem Maaßstabe die in Tabula XXXVI. Fig. IV. befindlichen Grössen der Radiorum abgenommen, und mit ihnen die concentrische Zirkel beschrieben werden. Weil aber dieses dem Mechanico nicht nur mühsam und beschwerlich aus dem vorgegebenen Radio erstlich einen 3000-theiligen Maaßstab zu verfertigen, sondern auch in dieser Abtheilung des Maaßes und dessen Uebertragung leichte gefehlet werden kann; als habe ich sowohl um mehrerer Accuratesse willen, wie auch zu Erleichterung der so mühsamen Arbeit das Fig. I. Tabula XXXVI. befindliche Instrument verfertiget; darinnen ich den Radium einen Leipziger Schuh groß angenommen, damit wenn bey Verfertigung des Maaßstabes von dieser angenommenen Länge auch ein kleines Versehen vorgegangen, dieses doch in kleinern und üblichern Radiis nicht mehr merklich seyn möge.

§. 431.

Der Gebrauch dieses Instruments.

Wenn euch z. E. Fig. II. der Radius *cr* vorgeschrieben worden, daß er euren Limbum beschliessen solle, so dürft ihr nur an statt daß ihr erstlich nach dessen Länge den Maaß-Stab Figura III. verfertigen, und nach diesem die in der Tabelle Fig. IV. befindlichen Grössen der Radiorum die concentrischen Zirkel von *a* bis *m* beschreiben müstet, die Länge des gegebenen Radii *cr* auf dem Instrumente von *A* nach *B* in *c* tragen, daselbst eine Perpendicular aufrichten, und die Sectiones derer Radiorum von *a* bis *m* aus *r* in *s* Fig. II. übertragen, und durch selbige die concentrische Zirkel ziehen, auf den zwey äussersten von ihnen, wie gewöhnlich, die Puncte zu den Transversal-Linien aussetzen, und sie zusammen ziehen. Jedoch genug von diesen.

§. 432.

Wir wenden uns nunmehro wieder zu den noch übrigen ganzen Scheiben-Instrumenten, zu welchen wir bereits den Anfang mit einigen ohne Theilung üblichen gemachet

machet haben, von denen kommt uns denn zuerst zu betrachten vor Tabula XXXVII. Figura I.

§. 433.

Ein Scheiben-Instrument mit doppelten Cirkeln.

Es bestehet dieses Instrument, dessen Construction am besten aus dem Profil Fig. I. zu erkennen ist, aus zweyen übereinander gehenden Cirkeln, davon der unterste *a* der breiteste; beyde haben zwey über das Creutz durch das Centrum gehende Schenckel *b c*, &c. über dem Centro des untern Zirkels wird eine Scheibe *f* durch einige Schrauben *g g* befestiget, deren ihre Peripherie mit einer einwärts gehenden Face durchaus versehen, diese greifet über die Schenckel des auf den grossen liegenden andern Cirkels *h*, und verhindert, daß derselbe mit dem auf ihm befestigten Compasse *i* nicht abgehoben werden kann, wo nicht die Schrauben *g* vorhero heraus genommen; ingleichen kann der untere Zirkel *a* bey so gestallten Sachen dennoch umgedrehet werden, wenn der innere schon durch die Nuß fest gestellet worden, immassen der Zapfen *k* vom Halse des Statives, durch das Centrum des äussern Cirkels gehend, daran befestiget. Die Cirkel selbst betreffend, hat ein jeder zwey Dioptern *l* und *m*, davon die mit *l* bezeichnet, zwar unbeweglich, aber doch also geordnet seyn, daß sie können nach dem Centro zu niedergeleget werden, und bey dem Visiren einander nicht in den Weg kommen. Der Limbus des innern Cirkels ist in seine 360°, der äussere aber in 361° getheilet, die Minuten dadurch, wie bereits erwehnet, zu haben.

§. 434.

Fig. III. kommt in meisten Theilen mit vorhergehenden überein, ausser daß der innere nur ein Stück eines Cirkels, dannenhero solcher, damit er an Enden nicht gebogen und unrichtig werden könne, besserer Festigkeit halber mit dem Laubwerk zu beyden Seiten versehen, und der untere äussere Theil auf dem Stativ befestiget werden kann. Der Profil davon, Fig. IV. zeiget, wie das Magnet-Kästgen darauf zu machen; mit Eintheilung der Grade aber in Minuten, hat es diese Beschaffenheit wie bey dem vorigen, und sind auf diesem obern Cirkel-Stücke zweymahl 61° aus dessen Mitte zu beyden Seiten gerechnet.

§. 435.

Ein ganzes Scheiben-Instrument mit zweyen Perspectiven.

Es ist dieses Instrument Fig. I. Tab. XXXVIII. wie einige Wasser-Waagen mit Perspectiven, darein Dioptern gesetzet, versehen, dessen sich diejenigen, die blöden Gesichts, oder wo dasselbe, wegen der grossen Entfernung der Ziele, sonst nicht zulangen will, mit gutem Nutzen bedienen können; doch befinden sich ausser diesen auch noch andere Dioptern darbey, welche sich nach Gefallen wegnehmen, und wieder darauf setzen lassen.

Die Beschaffenheit dieser ganzen Scheibe ist folgende:

Es bewegen sich um derselben ihr Centrum, zwo aneinander feste Regeln *AC*, *DB*, die sich übers Creutz im rechten Winkel durchschneiden, davon ist die eine *DB* da, wo sie auf dem Limbo aufliegt, bis in die Helfte Wechsels-weise ausgefeilet und abgeschärfet, damit die Grade von selbiger sehr just abgeschnitten, und erkennet werden können; über *AC* hingegen lieget ein Perspectiv *E*, dessen Rohr durch zwey an Enden des Lineales befindliche starke Rahmen *F* daran befestiget wird, da denn an solchen zugleich die daran gesteckten und Fig. VI. vorgestellten Dioptern sich anschrauben lassen. Der Limbus ist mit

corri-

corrigirten Transversalien in zweymahl 180° getheilet, bey NM hingegen ist ein Cirkel ausgeschnitten, darein das Magnet-Kästgen mit einem etwas breiten Rande gesetzet, und mit einigen Schräubgen befestiget werden kann. Unter dieser Scheibe Fig. II. befindet sich das andere Perspectiv G, solches lieget nicht nur in der gekröpften Hülse H, sondern auch noch in zweyen an der Peripherie angeschraubeten andern eben dergleichen, und gehet der Diameter der Scheibe durch die Mitte dieser dreyen Hülsen hindurch. Von diesen wird Fig. III. die mittelste H vorgestellet, wie sie von unten hinan in die Scheibe mit vier Schrauben anzumachen, wenn das Perspectiv bereits durch die andern zwey J befestiget. Das Perspectiv, von welchen Fig. V. ein Stück im Profil seiner rechten Grösse nach zu sehen, hat zwey in einander gehende Röhren Hh, deren die erste H auf der Regel AC feste stehet, und an beyden Enden noch einen Ansatz i hat, daran die Diopter Fig. VI. mittelst einer versenkten Schraube befestiget; hk ist die andere Röhre mit denen Gläsern, so aus vielen abgeschnittenen Röhrgen r bestehet, zwischen welche sich die Gläser befestigen lassen, wenn diese in einander geschraubet werden. Ein Stück davon, wie hier hl, kann man an beyden Enden des Perspectivs heraus ziehen, um nicht nur die grosse Diopter bey i anschrauben, sondern auch die kleinere in das Perspectiv gehörige mit ihren Rahmen zuförderst dahinein schieben zu können, und selbige zu richten.

Diese kleine Diopter ist Fig. IV. zu sehen, und bestehet aus einem Rahmen a, der unten und oben zwischen einen andern b in einem Falz sich hin- und herschieben lässet, so daß wenn die eine Schraube c zurücke, und die andere d hingegen vor sich geschraubet wird, der Rahmen a dadurch sich auch fortrücken lässet, damit die Haar- oder subtile Drath-Säite e der Seite nach recht in den Focum des Ocular-Glases gerichtet werden könne; daß aber auch eben dieses der Entfernung nach in selbigen zu bringen, so sind wegen der Schraube cd durch die Röhren der Perspective bey m länglichte Oeffnungen gemacht, daß man den ganzen Rahm an den Schrauben cd vor und hinter sich schieben könne, so lange, bis der Focus des Ocular-Glases damit gefunden. Diese Oeffnungen werden mit runden etwa noch halb so langen Blechen verdecket, die sich just über die äusserste Röhre schicken, durch die man hernach die Schrauben cd stecket, und in den Rahmen schraubet, damit, wenn diese hin und her gerücket werden müssen, nicht eine Oeffnung bleibe, dadurch Licht in die Röhre falle.

§. 436.

In dem Gebrauch kommt im übrigen das Instrument mit den andern Scheiben überein, nur daß einige ist daran besonders, daß die Regel DB auf dem Limbo die Grade anzeiget, welches, weil diese und die mit dem Perspective im Centro in rechten Winkeln einander schneiden, gar füglich geschehen kann; denn wenn ihr, so bald die Scheibe auf das Stativ gebracht, die obere Regel mit dem Perspectiv über das andere unter der Scheibe unbewegliche Perspectiv gerücket, so, daß beyde in einem Diametro der Scheibe sich befinden, so wird die andere Regel DB juste auf den Anfang der 180° zu stehen kommen, und in diesem unverrückten Stande visiret ihr euch über den einen Schenkel des Winkels mit dem ganzen Instrumente ein, befestiget hernach dasselbige, wenn ihr vorhero nochmahlen observiret, ob ihr durch beyde Perspective das Objectum an einem Orte mit den Visiren decket. Werdet ihr hierauf die Regel AC mit dem Perspective, es sey zur rechten oder zur linken Hand um etliche Grad fortrücken, so wird um eben so viel Grade auch die andere Regel DB auf dem Limbo fortgehen, und also könnet ihr nun an dieser Regel die Grade oder die Grösse des Winkels abnehmen, dannenhero es hier bloß darauf ankommt, daß die Zahlen in den Limbum recht zu dem Gebrauch eingestochen werden.

§. 437.

Die Boussole.

Es ist dieses dasjenige Instrument, womit vermittelst der Magnet-Nadel die Winkel nach ihren Grössen abgenommen, und auf das Papier, ohne Zuthun eines andern, richtig übergetragen werden können. In der Praxi auf dem Felde dienet die Boussole vornehmlich an denen Orten, wo man mit den andern Instrumenten nicht wohl mit dem Visiren fortkommt. Z. E. in den Gebürgen, Holzungen, u. d. g. da wegen der vorstehenden Objecten von dem Stande an bis an benöthigten Ort nicht visiret werden kann. Die ganze Accuratesse kommt auf die Güte der Magnet-Nadel an; denn es ist bekannt, wie der Magnet die gar besondere Eigenschaft habe, daß er sich allezeit nach Norden kehre, und solche Kraft auch denen stählernen auf ihm gestrichenen Nadeln mittheile. Bey diesen Nadeln hat die Erfahrung zweyerley entdecket, nemlich derer Declination und Inclination; wegen des ersten wendet sich die Nadel, jedoch immer an einem Orte mehr, als an dem andern, von Norden gegen Osten, deßhalber auf der untern Scheibe des Compaßes dieses durch eine besondere Linie angemerket wird, um des letzten willen aber sinket sie mit ihrer Spitze, nachdem sie an den Magnet gestrichen, etwas gegen den Boden, da sie vorhero doch im Waage-rechten Stande sich befunden, derohalben der hintere Theil derselben um dies wenige schwerer gemacht werden muß, damit, wenn sie auf die gehörige Spitze gelegt wird, sie accurat in Aequilibrio verbleibe. Wie hiernechst das Streichen der Nadel auf dem Magnet selber vorzunehmen, und daß die Spitze über den Nord-Pol, das andere Ende aber übee den Süd-Pol des Magnets zu ziehen, oder auch nur die Spitze allein an den Nord-Pol zu streichen, solches kann ausführlich in Hr. Voigtels *Geometria Subterranea* gelesen werden, da er weitläuftig von dieser Materie handelt. Nur ist ausser diesem annoch von der Magnet-Nadel zu behalten, daß, je länger diese genommen werde, desto gewisser und zuverläßiger man auf ihre Würkung trauen könne. Wenn demnach mit aller gehörigen Sorgfalt die Nadel also präpariret worden, so bestehet die übrige Zubereitung des Instruments noch in folgenden:

§. 438.

Es wird Fig. I. und II. Tab. XXXIX. ein Quadrat *AB DC* von Meßing oder Kupfer verfertiget, aus dessen Centro zuförderst der breite Limbus *L* zu den Graden und Minuten zu beschreiben, alsdenn wird eine runde meßingene Scheibe *gg* auf dieses Quadrat geleget, und auf selbigem also befestiget, daß beyder ihre Centra just einander decken. In dieser Scheiben ihrer Peripherie, die unten hineinwärts abgeschürfet, ist ein schmahler Cirkel mit zwey an den Enden des Diametri festen jedoch kurzen Linealen *e f* eingelassen, auf dem die Circular-Wand des Gehäuses befestiget, und mit diesen um die Scheibe *gg* beweglich. In das Centrum des Bodens von dieser Wand, ist eine gute stählerne Spitze *o* perpendicular aufgerichtet, auf welcher die Nadel *R* sich willig herum drehet; diese Nadel ist in ihrem Centro gravitatis ausgefeilet, und hat über dieser Oeffnung einen conischen spitzigen Hut *p*, von dessen innern Zubereitung und Justirung nach der Spitze *o*, die unveränderliche und willige Bewegung der Nadel am allermeisten dependiret. In eben der Höhe der Nadel ist der innere Limbus *q* an die Wand befestiget, darauf die Grade bey Umdrehung der ganzen Büchse durch die Nadel, welche beständig gegen Norden stehen bleibet, angezeiget werden, um wie viel der Anfang des Limbi von Norden oder der Magnet-Nadel weggedrehet worden. Der Deckel, womit der Compaß geschlossen, bestehet aus einer

reinen und genau in das Gehäuse eingeschnittenen Glas-Scheibe *S*, darüber ein meßingener Rink *t* zwischen die Circular-Wand eingespannet ist, daß die Glas-Scheibe nicht heraus falle, noch auch die geringste Luft auf die inwendige Nadel eindringen könne, als welche sie sonst nicht leichte in der Ruhe lassen würde; Bey denen Enden des Diametri, und zwar auf der Mittags-Linie, sind aussen kurze und nicht allzubreite Bleche *X* perpendicular durch Schrauben befestiget, an welche die Dioptern von Fig. III. können gestecket, und auch wiederum weggenommen werden; In *Z* hergegen sind über eben dieser Linie aussen auf dem Quadrat zu den andern unbeweglichen Dioptern auch dergleichen Bleche aufgerichtet, daß demnach dieses Instrument zum Gebrauche fertig, und darf nur dessen Mutter *m* auf die am Halse des Stativs befindliche Schraube gebracht und zuschraubet werden.

§. 439.

Wie der Stift, darüber die Nadel liegt, an seiner Spitze zu conserviren.

Ich habe oben bereits erwehnet, daß die langen Magnet-Nadeln den kurzen vorzuziehen; wie nun aber auch hierdurch diese Nadel schwerer gemacht, und ihre Eindrückung auf den Stift vermehret wird, da schon bey den gebräuchlichen Nadeln der Stift durch das stete Rütteln und Reiben Schaden gelitten, wenn man den Compaß auf der Reise oder sonst mit sich führet; als bin ich auf die Erhaltung der Spitze an dem Stifte, darauf das meiste mit ankommt, folgender maßen bedacht gewesen, wie ausser dem Gebrauche die Nadel nicht auf dem Stifte ruhen, und sich durch stete gemachte Bewegung an demselben so sehr reiben, noch ihn stumpf machen möge. Ich mache den Boden *h* in dem Gehäuse etwas erhöhet, und schraube mit einem Schräubgen *m* unten an diesen Boden eine gekröpfte Zunge *i k* mit einer darüber gelegten nicht allzustarken Feder *i*, doch so, daß diese Zunge sich noch durch die Schraube *n*, wenn diese etwa halb umgedrehet wird, vermöge des kurzen gekröpften Theils, der an der Schraube anliegt, mit ihrem andern förderſten gekröpften Theile *k* in die Höhe drücken läßt, mit welchem Theile nachgehends die Nadel von der Spitze etwas gehoben, und an das obere Glas angedrücket wird, zu diesem Ende ist nicht nur nahe an dem Centro, wo der Stift feste gemacht, eine Oeffnung in den Boden *h*, sondern es hat auch der gekröpfte Theil *k* eben dergleichen, damit die Spitze des Stifts durch solchen gesteckt, und dieser Theil die Nadel in die Höhe heben könne; denn wenn die Schraube bey *n* an dem hintern gekröpften kurzen Theil ohnweit *m* angewunden wird, hebet sich der fördere Theil *k*, weil die ganze Zunge um die Schraube *m* willig und geraume sich beweget, in die Höhe, und drücket die Nadel *K* oben auf das Glas *S* gemächlich an.

§. 440.

Ihr Gebrauch kann an einem einigen Exempel begriffen und wahrgenommen werden, wenn man nemlich weiß

Wie mit selbiger ein Winkel im Felde abzunehmen und auf das Papier wiederum zu tragen,

welches folgender Gestalt geschiehet: Setzet das Instrument an oder auf den einen Schenkel des gegebenen Winkels, dergestalt, daß die Lilie oder die Nord-Seite sich gegen die Spitze des Winkels kehret, zehlet alsdenn die Grade, und notiret sie fleißig, um wie viel

die

die Magnet-Nadel an dieser ihrer Mittags-Linie in der Boussole zur Linken oder zur Rechten abweichet; also verfahret auch wenn ihr das Instrument in die Spitze des vorgegebenen Winkels setzet, und nach dem Ende des anderen Schenkels, wie vorhero, dieses richtet, und dahin visiret. Wollet ihr nun den dergestalt abgenommenen Winkel von dem Felde auf das Papier tragen, so könnet ihr solches durch eben dieses Instrument verrichten; denn ihr ziehet auf das Papier eine gerade Linie, erwählet auf selbiger einen Punct, so die Spitze des Winkels abgeben soll, und leget an selbige das Instrument den Nord-Punct davon gegen den Ort kehrend wo der Winkel hin gemachet werden soll, drehet das Papier zusammt der Boussole gemächlich herum, bis die Nadel auf eben den Grad zu stehen kommt, wie bey dem Anfange der Operation geschehen; befestiget hierauf das Papier, drehet dargegen an dem erwählten Puncte des Winkels das Instrument so lange herum, bis die Magnet-Nadel wieder ruhet, wie sie das andere mahl sich befand, und ziehet eine Linie daran hin, so ist der im Feld abgenommene Winkel nach Verlangen auf das Papier übergetragen.

Wegen des einigen hat man sich bey dem Gebrauche der Boussole in acht zu nehmen, daß man nicht an sich oder nahe um und bey sich Eisen habe, welches die Nadel in ihrem natürlichen Lauf hemmet, und daher die Operation unrichtig machet, weßhalben und weil nicht alle Nadeln einmal wie das andere einspielen, faul gehen, und leicht mangelhaft werden können, von vielen die Boussole nicht als nur in der äussersten Noth gebrauchet wird.

Hiermit schließen wir nun die Betrachtung der ganzen Scheiben, und nehmen noch die halben Scheiben-Instrumente vor uns, darzu den Anfang machet,

§. 441.

Leonhard Zublers halbes Scheiben-Instrument.

Es bestehet solches Tabula XL. Figura I. aus einem halben Zirkel, in seine 180° getheilet; auf die aus dessen Centro gezogene Perpendicular AC wird das Kästgen mit dem Magnet gesetzet, dessen Limbus in 24 gleiche Theile getheilet, unten in A wird diese halbe Scheibe auf den Zapfen O befestiget, der sich hernach in L auf das Stativ schicket, allwo er mit der Schraube K fest gestellet werden kann. Zu diesem Instrumente sind zwey Regeln AE und AF, so ohngefehr einer Ellen lang, gehörig, welche mit ihren zwey Enden in A in einem Gewinde gehen, durch derer ihren Nagel gehet eine Spitze M perpendicular heraus, welche die Diopter in dem Centro abgiebet, allwo auch zugleich die Regeln durch die Mutter N angeschraubet werden können; auf die Regeln selbst lassen sich die mit G und H bezeichnete Hülsen, nebst ihren aufgerichten Spitzen, in den Falzen derselben leicht auf- und abschieben: über diese ist noch ein gleich-langes Lineal J von nöthen, welches mit denen andern zweyen Regeln einerley Maaß auf seiner Fläche hat, so z. E. wie hier in 1000 gleichen Theilen bestehet, wiewohl derer nach Gefallen mehrere und wenigere genommen werden können. Dieses Lineal J hat an dem einen Ende ein klein rundes Löchlein, daß eben noch die Spitze eines Absehens, oder einer Diopter, satt hinein gehe. Und so ist das Instrument, nur daß es auf sein Gestelle gebracht werde, zu seinem Gebrauche zubereitet, bey welchen sonderlich in den Höhen-Messen das Loth RS von nöthen, so alsdenn mit dem Rinken R an eine an den Dioptern angehangen werden darf, wenn man den Schenkel perpendicular oder parallel mit der Höhe richten soll.

§. 442.

Die Breite eines Flusses mit diesem Instrumente zu messen.

Nehmet

Nehmet euch jenseit des Flusses an dem Ufer ein gewisses Merkmahl, und erwählet disseits nahe am Ufer zwey Stände, stellet in den einen das Instrument, so, daß die eine Regel mit ihrem Ende sich nach der Gegend des andern Standes richte, und die andere nach den jenseitigen Ufer, visiret alsdenn, wie gewöhnlich, einmahl nach dem andern Stande mit der Regel *AE*, und mit der andern *AF* nach dem entlegenen Orte, schraubet hierauf dieselbe feste, daß sie sich nicht verrücken können; traget das Instrument zusammt dem Stativ von dar in den andern Stand, visiret euch mit ihm in den ersten wiederum ein, messet die Stand-Linie, oder, welches besser ist, wenn ihr gleich Anfangs gerade Theile, z. E. 30 Schuh, darzu ausgesetzet habet. Schiebet die Diopter hiermit auf der Regel in die Theilung, wo 300 stehen, die andere aber auf der Regel *AF* schiebet so lange daran auf und ab, bis diese und der Ort an dem jenseitigen Ufer mit der Diopter auf der Regel *AE* in eine gerade Linie kommen; wollet ihr nun die Entfernung von eurem letzten Stande, das ist, des diß- und jenseitigen Ufers, oder die Breite des Flusses wissen, so nehmet die ledige Regel *J*, leget sie mit dem Löchlein in das Absehen *G*, und haltet das andere Ende zu den Absehen *H*, so giebet sich hievon, nach eben diesem Maaß, die Entfernung des einen Ufers von dem andern, oder die verlangte Breite des Flusses, nur dürft ihr darbey nicht vergessen, daß ihr bey Messung der Entfernung eurer Stände statt 30 Schuh 300 genommen, darum ihr in der gefundenen Zahl auch nur hundert vor zehen gelten lassen müsset.

§. 443.

Noch ein anderes Instrument beschreibet itzt nur gedachter Autor in seiner geometrischen Büchsenmeisterey, welches zwar der äusserlichen Forme nach mit der gegenwärtigen Sorte der geometrischen Instrumenten nicht übereinkommet, sondern vielmehr zu denen Winkel-Messern zu referiren; doch weil dessen Gebrauch viel auf den darbey angebrachten Compaß ankommet, auch damit jede in Grund gelegte Fläche leichter übergetragen und verjüngt auf das Papier gebracht werden kann; als habe ich solches allhier mit einschieben wollen, zumahlen da bey einer anderen Gelegenheit von diesem Instrumente noch verschiedenes in dem Markscheiden und in der Artillerie nützlich zu gedenken seyn wird. Es sind aber Figura I. Tabula XL. drey Regeln *NM*, *SM* und *OM* gleich als Schenkel eines Zirkels in *M* zusammen gefüget, so daß diese sich um einen grossen Nagel bewegen, welcher in seinem Centro nach einem Quadrate ausgenommen, damit die Schraube *W* allda durchgehe, und ihr viereckigter Absatz sich eben hinein schicke, um das Instrument daran zu stecken, daß es sich ohne die Schraube *W* nicht bewegen lasse, über welches hernach die Mutter *X* geschraubet, und folglich dasselbe mit den Regeln feste gemachet wird. Die mittlere Regel *SM* hat einen Schieber mit einer Stell-Schraube mit * bezeichnet, an diesem Schieber gehen auf beyden Seiten zwey gleich lange Aerme in einem Gewinde, welche mit ihren anderen Enden an die zwey Neben-Regeln angeschraubet, so daß wenn man das Instrument auf- oder zuthut, sich der Schieber zugleich auf- und abrücke. Am Ende dieser Regel befindet sich ein Heng-Compaß, welcher allemahl, das Instrument mag gestellet werden wie es immer wolle, sich horizontal richtet. Zu denen Regeln *AB* und *AC* gehören die Schieber *DE* mit den Absehen, so hier in perpendicular aufgerichteten Nadeln bestehen, ingleichen der mit den zwey Stell-Schrauben. Die zwey Regeln *NMO* sind dergestalt eingetheilet, daß jede 1000 gleiche Partes hat, so daß wenn diese ganz aufgethan, eine Regel zusammen ausmachen, von *N* bis *O* in einer Reihe 2000 darauf fortgezählet werden, diesen ist noch ein absonderlich gleichlanges Lineal, das wie das vorige an einem Ende mit einem kleinen Ringlein versehen, darein sich die Spitze eines Absehen just schicket, beyzufügen, welches eben von dem Maaße 1000 gleiche Theile hat, die wie die anderen von 25 zu 25 abgetheilet seyn.

§. 444.

§. 444.

Es kann dieses, nebst anderm verschiedenen nützlichen Gebrauche auch in Geometricis wie das nur kürzlich beschriebene halbe Scheiben-Instrument seinen Vortheil geben, den ich des engen Raums wegen übergehe, und nur an einem Exempel dessen Nutzen zeigen will, den es in Uebertragung eines abgenommenen Platzes auf dem Papiere geben kann. Nachdem ihr das Instrument also gerichtet, daß die beyden Regeln *NMO* zusammen genommen, mit der mittlern *S* einen rechten Winkel gemachet, und einen vorgegebenen Platz mit solchen dergestalt umgangen, daß mit jedem Latere die Regel *NMO* jedesmahl parallel gestellet, der Stand der Magnet-Nadel, wie viel er nemlich von der Mittags-Linie entweder auf die rechte oder linke Hand abgewichen, in seinen Graden notiret, die Längen der Seiten auch nach der Ordnung, wie ihr sie abgenommen, fleißig darneben aufgeschrieben worden; so verfahret ihr bey dem Uebertragen, wie oben bey der Boussole angewiesen, daß ihr nemlich auf ein Papier das Instrument leget, an selbigen eine Linie ziehet, und so denn beyde zugleich so lange auf dem Tische hin und her wendet, bis die Magnet-Nadel oben auf den Grad zu stehen kommet, wo sie bey Abnehmung des ersten Lateris im Felde eintraffe, hiermit befestiget ihr das Papier, damit es unverrückt liegen bleiben muß, und determiniret nach dem auf der Regel befindlichen Maaße die wirklich im Felde abgenommene Länge dieses Lateris, leget hiernechst das eine Ende der Regel an den einen Terminum dieser abgesteckten Linie mit der Seite, daran ihr die Linien ziehen könnet, und wendet abermahlen das andere Ende des Instruments so lange aus und einwärts, bis die Nadel wieder in den bey der andern Operation im Felde observirten Grad eintrifft, und ziehet die andere Seite der Figur, welcher ihr so denn nach dem verjüngten Maaße ebenfalls ihre Länge gebet: Diese letzte Operation wiederholet so ofte, als die Figur Seiten hat, so wird solche, wenn allemal Accurateſſe in acht genommen worden, zuletzt die Figur sich auf dem Papiere erwünscht schliessen.

§. 445.

Herrn Rimplers halbes Scheiben-Instrument.

Es hat dieser so fleißige als geschickte Mann solch Instrument also eingerichtet, daß es ganz bequem ist, nicht nur die Winkel auf dem Felde mit möglicher Schärfe und Accurateſſe abzunehmen, sondern auch mit eben dieser wiederum auf das Papier durch selbiges zu tragen. Es bestehet aber dieses Tab. XLI. Fig. I. aus einem halben Zirkel, dessen Diameter wenigstens 6 und höchstens 7 Zoll eines Leipziger Fußes groß, damit die concentrischen Zirkel *abde*, welche mit den Transversal-Linien jeden Grad in 10 Theile theilen, nicht allzunahe aneinander kommen, ingl. daß auch das Instrument selbst zum Gebrauch auf dem Papiere nicht unbequem und unbehülflich werde. Die Radii zu den concentrischen Zirkeln können aus der Tab. XXXVI. Fig. IV. befindlichen Tabelle abgenommen und examiniret werden. Im übrigen werden die Transversal-Linien gezogen, wie kurz vorhero bey dem Eingange des Capitels nach der besten Art angewiesen worden.

Damit nun das Abtragen der Winkel auf dem Papiere desto behender und accurater verrichtet werden könne, so ist das Centrum *c* dieses Instrumentes wie bey einem sogenannten Transporteur beschaffen, nemlich daß das Licht von der linken gegen die rechte Hand, so man das Instrument vor sich liegen hat, auf die scharfe Ecke, welche das Centrum determiniret, falle, damit durch diesen ausgebrochnen Theil der Vertex des Winkels, so abzutragen, ohne sonderliche Mühe zu bemerken sey. Worzu denn hiernechst noch erfordert wird, daß sowohl der Limbus des Instruments, als auch die bewegliche Regel mit den Dioptern *JK* vornehmlich an der Seite, wo sie die Grade und deren Theile abschneidet, auf dem Papier wohl aufliegen und die letzte an eben der Seite mit einer accuraten Face versehen sey, damit sowohl die Grade an dem Limbo scharf abgeschnitten werden, als auch die Schenkel des Winkels sich desto besser mit einem subtilen Stifte daran hinziehen lassen; ingleichen ist der Limbus

an der unteren Seite mit einer Face versehen, in welche die bewegliche Regel eingreifet, und sich desto fester an selbigen anschliesset.

Zu dem Gebrauche auf dem Felde hat dieses Instrument vier Diopteru; zwey auf der beweglichen Regel *J K* sind also beschaffen, daß sie davon können abgenommen werden; zwey aber befinden sich unter dem Instrumente, und zwar accurat in dessen Diametro, wie solches in dem Grund-Risse der unteren Theile des Instruments bey *G H* Fig. II. wahrzunehmen. Mit diesen letzten Visiren wird der Schenkel des noch unbekannten Winkels abgesehen, und zugleich so denn das Instrument fest gestellet, nach diesen aber die bewegliche Regel fortgerücket, bis durch die anderen beyden, so auf derselben stehen, der andere Schenkel gefunden. Ingleichen dienen diese unbewegliche Dioptern vornehmlich, daß man noch einmal nach dem ersten Schenkel visiren und probiren könne, ob das Instrument in dem Fortschieben der beweglichen Regel unverrückt geblieben, und finden unter dem Instrumente ihre gar gute Stelle, damit sie den Dioptern der beweglichen Regel nicht in Weg kommen, wenn ein spitziger oder auch stumpfer Winkel abzusehen. Alle diese 4 Dioptern lässet der Inventor so hoch als immer möglich, machen, und damit er durch eine jede an unebenen Orten in die Höhe und in die Tiefe sehen könne, lässet sich das Löchlein so in ein klein Schiebergen gemacht, und dadurch man mit dem gegenüber stehenden Faden das Objectum fasset, in der Oeffnung der Diopter auf- und abschieben, doch ist darbey das Pferdehaar oder der Faden besonders darneben durch einen andern Weg zur Seiten vorbey geführet.

§. 446.

Da nun dieses Instrument sowohl im Felde als ein Winkel-Messer und auf dem Papiere als ein Transporteur zu gebrauchen, die in den ersten abgenommene Winkel dadurch auf selbiges zu tragen, und folglich nur ein und das andere Stück davon auf- und abgeschraubet werden muß, so ist dieses auch also zubereitet, daß alle die Stücken ohne den zwey Dioptern, so auf der beweglichen Regel, unter dem Instrument zusammen an einen a parten Theil angebracht zu finden, so, daß wenn es im Felde nicht mehr zu gebrauchen, nichts als einige wenige Schrauben, wodurch es auf diesen unteren Theil befestiget, loszumachen, und die Dioptern von der beweglichen Regel abzunehmen seyn. Dannenhero sind die unbeweglichen Dioptern auf diesen unteren Theil, darauf das Instrument ruhet, feste gemachet, ingleichen befindet sich an selbigem das Magnet-Kästgen *O N W*, darinnen die Mittags-Linie mit dem Diametro des Instrumentes parallel gehet. Weil auch der Diameter des Instrumentes auf die Mitte der unteren Dioptern accurat eintreffen muß, so sind noch etliche Stifte an dem unteren Theile, welche in eingelassene aber doch nicht ganz durchbohrte Löcher des Instrumentes passen. Dieser untere Theil Fig. II. ruhet auf einem viereckichten Gehäuse *a b*, durch welches man mit denen unteren Dioptern durchsehen kann.

§. 447.

Hier wäre nun nebst den gegenwärtigen auch der Nutzen der übrigen Instrumenta weitläufstiger darzuthun, die gleichwie dieses zum Abnehmen derer Winkel auf dem Felde so bequem, als auch nachgehends solche wieder auf das Papier überzutragen so geschickt. Allein da die Zeit, der Raum, und andere darbey sich ereignete Umstände insgesammt die Kürze erfordern; als wird der sonst geneigte Leser am besten vermerken, wenn wir von den noch rückständigen, nicht so wie wir wünschen, die Abhandlung vor uns nehmen können. Es wird aber Tab XLII. ein ordinaires halbes Scheiben-Instrument vorgestellet, um dieses mit den anderen Fig. II. und V. in eine Vergleichung zu stellen. Solches ist nur zum Abnehmen der Winkel im Felde geschickt, nicht aber zum Abtragen, immaßen das Centrum durch die darüber gehende Regel verdecket, denn diejenigen, so zu dem Abtragen zugleich bequem seyn sollen, müssen ein sichtbares Centrum haben, und an selbigem, gleich dem kurz vorhergehenden, wie ein Transporteur eingefeilet seyn. Doch ist Fig. II. eines dergleichen, welches auf eine andere Art construiret, da es ohne ein eingefeiltes Centrum doch zum Abtragen

geschickt gemacht. Die ganze Construction kommt auf die Bewegung der in einander gehenden Rinken *A B* hauptsächlich an, welche aus Fig. III. und dem dazu gehörigen Profile Fig. IV. genugsam abzunehmen. Wie man aber bey Fig. II. wegen des Rinkens in Ziehung der Linie an diesem Lineal absetzen muß, welches eben nicht allzubequem, so ist das folgende Fig. V. hiezu dienlicher: Es hat zwar zwey in und um einander gehende ganze Cirkel *A B*, welche zusammen einen Limbum vorstellen, in deren einen 60 Gr. jedesmahl in dem andern 61° wegen der Minuten ausmachen, aber jeder von den Cirkeln hat vor sich nur eine halbe innere Circular-Fläche, die sich über die andere schieben läßt, da sie alsdenn das Ansehen haben, wie in der Tabelle, wo auch die Ineinanderfügung der Cirkel wahrzunehmen. Wenn demnach z. E. der Limbus *A* mit seiner halben Circular-Fläche und denen darauf befindlichen Dioptern etwas herum gedrehet worden, machet dessen Fläche mit der darüber liegenden andern halben Fläche von dem Cirkel *B* einen Winkel, dessen Grösse durch den oberen getheilten Limbum in Graden und Minuten exprimiret wird, wozu der Schenkel nach diesem an dem Semidiametro hingezogen, und folglich die Seiten einer Figur, wenn die Winkel bekannt, bequem und hurtig aufgetragen werden können.

Da wir nun bey Abhandlung dieser Instrumenten von dem Auf- und Abtragen der bereits im Felde abgenommenen Figuren gehöret, und an einigen gesehen, daß sie sich zugleich darzu schicken, dennoch aber auch nützliche Instrumenta, dergleichen unter andern die Mensula &c. vorhanden, von denen die im Felde darauf bekommene Figuren durch besondere Instrumenta ab und auf das Papier übergetragen werden müssen, als will hier zum Beschluß dieses Capitels und gegenwärtigen ganzen Werkes von einigen derer selben noch kürzlich gedenken.

§. 448.

Instrumente zum Auf- und Abtragen, ingleichen zu Verjüngung oder Vergrösserung der Figuren.

Von denen ist Tab. XLIII. Fig. I. eine Scheibe, so zwar im Felde zu Abnehmung der Winkel auch dienen könnte, vornehmlich aber zu dem Ab- und Auftragen der Figuren auf das Papier zubereitet; ihr Limbus ist, wie gewöhnlich, in seine 360° getheilet, in deren Centro die Regel *A B* durch eine Schraube befestiget werden kann, an welcher Regel noch eine andere *C* mit dieser parallel gehende dergestalt zusammen gehangen, daß, wenn sie über oder zu den Seiten des Compaßes zu stehen kommt, selbiger dadurch nicht gar verdecket werde, dannenhero sie in *E* ausgeschnitten. An das Lineal *C* lassen sich noch andere von begehrter Länge bey *c c* anschrauben, wie es nemlich die Grössen der Figuren erfordern. Diese Scheibe kann durch ihr Centrum unten auf eine Hülse geschraubet werden, welche über einem Parallel in einer Falze sich hin und her schieben läßt, davon das Profil Fig. II. mehr Nachricht geben, Fig. III. aber den Gebrauch begreiflich machen kann.

§. 449.

Levinii Hulsii Instrument zum Abtragen.

Eine noch andere Art zeiget des gedachten Inventoris Instrument, Fig. IV. daran ist *D E* ein Lineal an einem runden Cirkel *B C*, dessen Peripherie in 360 getheilet; welches sich um die Schraube, womit der Cursor daran fest gemacht, rund herum bewegen läßt. Der Cursor *F*, so sich auf dem Anschlag-Lineal befindet, und mit seinem Zeiger die Magnet-Spitzen anzeiget, kann, nachdem das Lineal *D E* hoch oder niedrig seyn soll, auf- und abgerücket werden, worzu endlich noch erfordert wird, daß man das Lineal *G H* unten an einer geraden Linie, z. E. an einer Seite des Reiß-Bretes anschlagen, und rechts oder links rücken, und parallel damit fortgehen könne.

Der Gebrauch davon bestehet darinnen: Ihr leget zuförderst auf das in ein

Bret

Bret gespannte Papier das Anschlag-Lineal mit *H* an das Bret, und erwehlet auf selbigem einen Punct, wo ihr anfangen wollet, in selbigem haltet eine spitzige Nadel, und rücket den Cursorem *F* auf oder ab, das Lineal *DE* aber drehet ihr an der Nadel so lange herum, bis der Index oder Zeiger auf eben die Zahl an dem Rande weiset, welche in dem Abnehmen auf dem Felde die Magnet-Nadel bey dem ersten Stande berühret, sodenn ziehet ihr an dem Lineal *DE* die Linie, und machet sie an ihrer Länge der im Felde abgemessenen ähnlich, haltet hierauf die spitzige Nadel in einen Terminum dieser abgesteckten Linie, rücket das Lineal *DE* an solche, und wendet es so lange, bis der Index abermahlen auf der Zahl stehet, wie die Magnet-Nadel bey Abmessung des andern Lateris auf dem Felde, ziehet die Linie, machet sie der im Felde ähnlich, und wiederholet die Operation so ofte, als noch Latera vorhanden. Mit diesen kommen auch Fig. V. und VI. überein, nur daß hier ein Parallel-Lineal mit doppelten Schenkeln angebracht, davon ein Lineal über einer in Grade getheilten Scheibe in derselben Centro beweglich; diese Scheibe lässet sich an ein Parallel auf- und abrücken, die Regel, oder vielmehr das doppelt-schenklichte Parallel-Lineal um selbe herum drehen, und gegen alle Seiten wenden. Diese Instrumenta dienen vornehmlich, wo man mit Scheiben-Instrumenten auf dem Felde die Winkel abgenommen, und die Seiten nach ihren Längen abgemessen, sind aber nicht mehr so nöthig, da man nunmehro Instrumenta hat, mit denen weit accurater die verjüngten Figuren auf das Papier zu tragen, die in dem Felde mit eben denenselben vorhero abgenommen worden.

§. 450.

Joh. Mich. Boëtii Vergrösser- und Verjüngungs-Instrument, wodurch Figuren und Risse nach zwölferley Grössen, ohne die geringste Abtheilung, weder an dem Instrument, noch an der Figur, zu machen, abgetragen werden können.

Weil dieses nur an einem einzigen Stifte beweget wird, kan es nicht so leichte wankend werden, wie sonst die sogenannten Storch-Schnäbel, Parallelen, u. dgl. Machinen zu geschehen pflegen. Es wird aus einer grossen meßingenen Platte nach lauter eccentrischen Cirkeln ausgeschnitten Tab. XXV. Fig. III. so aber alle einander in der Mitte des Instruments *D* anrühren, die darüber zu applicirende Regel *DE* muß etwas länger seyn, als beyde Diametri *BA* und *AC* zusammen, die übrigen Ausschnitte sind aus der Figur abzunehmen. Will man nun eine Figur, *MNOPQR*, verjüngen, also, daß sich die grossen und verjüngten Latera gegen einander verhalten, wie 3 gegen 2, oder hier wie 12 gegen 8, so lege man das eine obere Theil des Instruments über die Figur, so auf einer Tafel angemacht, befestige es mit samt der Regel *DE* mit dem Stifte *A*, jedoch so, daß die äusserste obere Peripherie im Umdrehen alle Ecken der Figuren *MNOPQR* erreichen kann, leget das Papier, darauf die kleinere Figur *mnopqr* kommen soll, unter das untere Theil der achten Peripherie, und machet es gleichfalls feste, denn schiebet die obere äussere Peripherie successive, und ganz herum auf alle Ecken oder sonst notable Puncte der Figur, dergleichen hier *M* &c. *R*, rücket auch in solcher Ordnung die bewegliche Regel *DE* darauf, so geben ihre Durchschnitte in der achten und untern Peripherie durch das Abstechen alle dergleichen Puncte, so vor die zu verkleinernde Figur *m* &c. *r* gehören. Operiret ihr umgekehrt, so lassen sich auf diese maßen auch die Figuren vergrössern, und so die Risse etwas weitläuftig fallen, muß man nur die Helfte, das Drittel, Viertel, u. s. f. von derselben auf einmahl nehmen, und sie nachgehends Stück-weise gehöriger maßen zusammen setzen.

Hiermit so endet sich denn gegenwärtiges Theatrum Arithmetico-Geometricum. Wie nun mit diesem der Autor sein Leben beschlossen, gleichwohl aber, theils wegen der daraus entstandenen Veränderung, und anderer erwachsenen Hindernissen, theils und insonderheit wegen Enge des Raums, nicht alles, was zur vollständigen Abhandlung dieser so nützlichen als weitläuftigen Materie gehörig, allhier beyzubringen, und dem geneigten Leser mitzutheilen, möglich gewesen; als machen dessen Erben sich hiermit zu allem demjenigen nochmahlen anheischig, was von ihnen in der Vorrede bereits überhaupt versprochen worden.

E N D E.

Register.

Nuß

Sub-



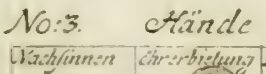

Der Alten Finger Rechnung.
Tab. I.
Rechen Taffel vermittelst der Finger und Hände wie solche bey dem Beda entlehnet
Th: Arithm.



No:1. Der Finger Rechnung. No:2 Und Hände Sprach. Joh: Bulwers.







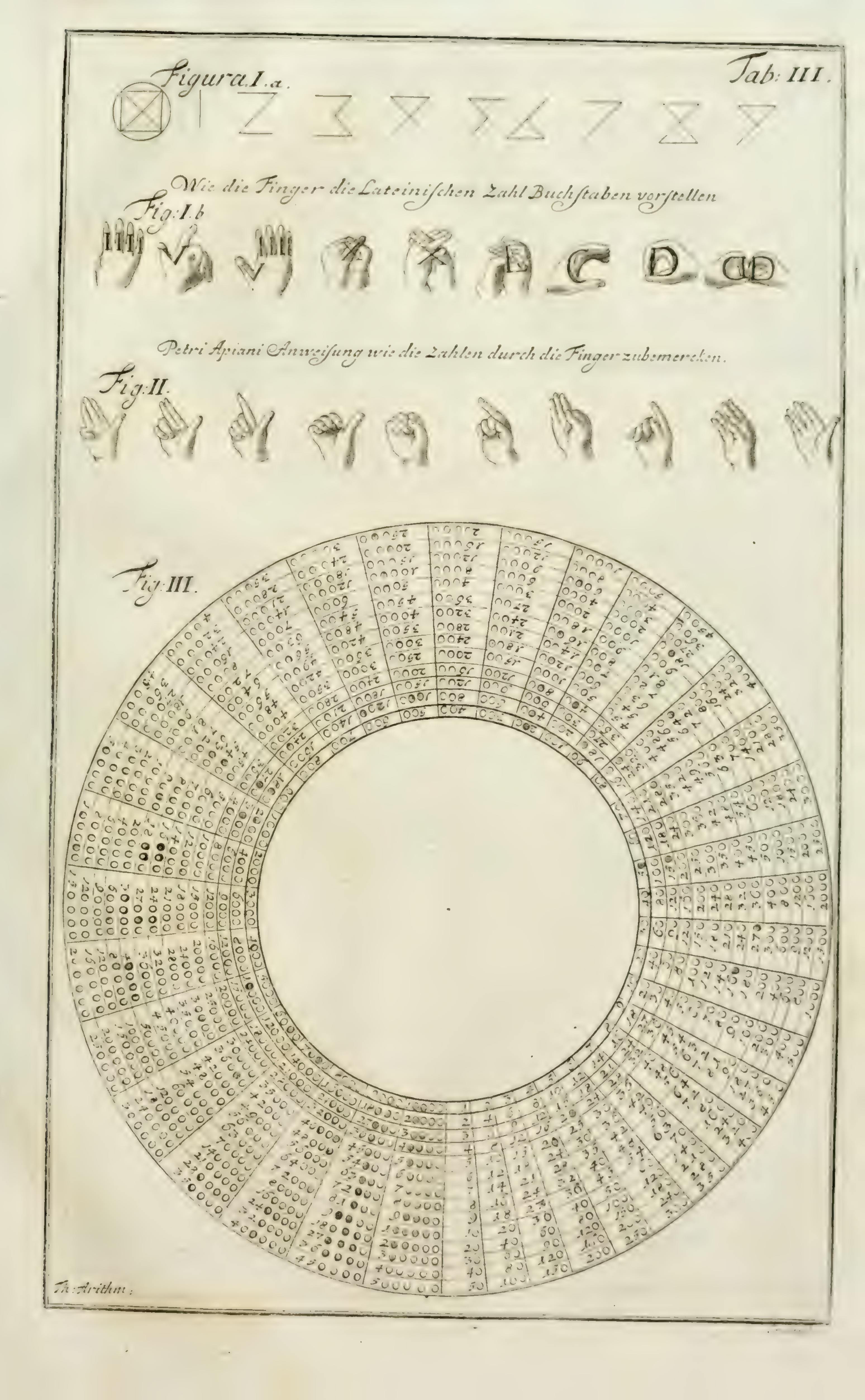
No:3. Hände



No:4. Sprach






Figura I. a.
Tab: III.
Wie die Finger die Lateinischen Zahl Buchstaben vorstellen
Fig: I. b
Petri Apiani Anweisung wie die Zahlen durch die Finger zubemercken.
Fig: II.
Fig: III.
Th: Arithm:



Tafel zum Addiren. Figura I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35

Ein stuck Einer Tafel zum Subtrahiren. Fig: II.

0	1																
1	2	2															
2	3	4	3														
3	4	5	6	4													
4	5	6	7	8	5												
5	6	7	8	9	10	6											
6	7	8	9	10	11	12	7										
7	8	9	10	11	12	13	14	8									
8	9	10	11	12	13	14	15	16	9								
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	10							
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11						
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	12					
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	13				
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	14			
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	15		
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	16	
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	17
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34

Tabula Pythagorica Fig: IV

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	4	6	8	10	12	14	16	18
3	6	9	12	15	18	21	24	27
4	8	12	16	20	24	28	32	36
5	10	15	20	25	30	35	40	45
6	12	18	24	30	36	42	48	54
7	14	21	28	35	42	49	56	63
8	16	24	32	40	48	56	64	72
9	18	27	36	45	54	63	72	81

oder Einmahl Eins

Fig: III.

1									
2	4								
3	6	9							
4	8	12	16						
5	10	15	20	25					
6	12	18	24	30	36				
7	14	21	28	35	42	49			
8	16	24	32	40	48	56	64		
9	18	27	36	45	54	63	72	81	
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Kupffer-Tafel die Neperianischen Rechen-stäbgen zu überziehen.

Fig: V.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
2	4	6	8	1/0	1/2	1/4	1/6	1/8	0
3	6	9	1/2	1/5	1/8	2/1	2/4	2/7	0
4	8	1/2	1/6	2/0	2/4	2/8	3/2	3/6	0
5	1/0	1/5	2/0	2/5	3/0	3/5	4/0	4/5	0
6	1/2	1/8	2/4	3/0	3/6	4/2	4/8	5/4	0
7	1/4	2/1	2/8	3/5	4/2	4/9	5/6	6/3	0
8	1/6	2/4	3/2	4/0	4/8	5/6	6/4	7/2	0
9	1/8	2/7	3/6	4/5	5/4	6/3	7/2	8/1	0

O	M	N	A	B	F	G	H	I	K	L
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0	2	4	6	8	1/0	1/2	1/4	1/6	1/8
3	0	3	6	9	1/2	1/5	1/8	2/1	2/4	2/7
4	0	4	8	1/2	1/6	2/0	2/4	2/8	3/2	3/6
5	0	5	1/0	1/5	2/0	2/5	3/0	3/5	4/0	4/5
6	0	6	1/2	1/8	2/4	3/0	3/6	4/2	4/8	5/4
7	0	7	1/4	2/1	2/8	3/5	4/2	4/9	5/6	6/3
8	0	8	1/6	2/4	3/2	4/0	4/8	5/6	6/4	7/2
9	0	9	1/8	2/7	3/6	4/5	5/4	6/3	7/2	8/1



Exempel mit denen Bacillis Neperianis.

Exp: Multiplicandus. (Fig. I)

1	3	0	4	2	2
2	6	0	8	4	4
3	9	0	1/2	6	6
4	1/2	0	1/6	8	8
5	1/5	0	2/0	1/0	1/0
6	1/8	0	2/4	1/2	1/2
7	2/1	0	2/8	1/4	1/4
8	2/4	0	3/2	1/6	1/6
9	2/7	0	3/6	1/8	1/8

Fig: I.

Divisor (Fig. II)

4	5
8	0
1/2	0
1/6	1/2
2/0	1/5
2/4	1/8
2/8	2/1
3/2	2/4
3/6	2/7

Fig: II.

Dupl: et Quadr: (Fig. III)

6	0/1
1/2	0/4
1/8	0/9
2/4	1/6
3/0	2/5
3/6	3/6
4/2	4/9
4/8	6/4
5/4	8/1

Fig: III.

Dupl: et Quadr: (Fig. IV)

6	4	0/1
1/2	8	0/4
1/8	1/2	0/9
2/4	1/6	1/6
3/0	2/0	2/5
3/6	2/4	3/6
4/2	2/8	4/9
4/8	3/2	6/4
5/4	3/6	8/1

Fig: IV.

Pro Quadr: (Fig. V)

0/1	2	1
0/4	4	2
0/9	6	3
1/6	8	4
2/5	10	5
3/6	12	6
4/9	14	7
6/4	16	8
8/1	18	9

Fig: V.

Pro Cubica (Fig. VI)

0/1	1	1	1
0/8	8	4	2
0/2	7	9	3
0/6	4	16	4
1/2	5	25	5
1/2	6	36	6
3/4	3	49	7
5/1	2	64	8
7/2	9	81	9

Fig: VI.

Caspari Schotti Rechen Küstgen

Fig VII

Tabula pro Additione

Tabula pro Subtractione



Tab. VI.

Des Autoris Rechen Scheiben nach Arth der Rechen Stæbe

Fig. I.

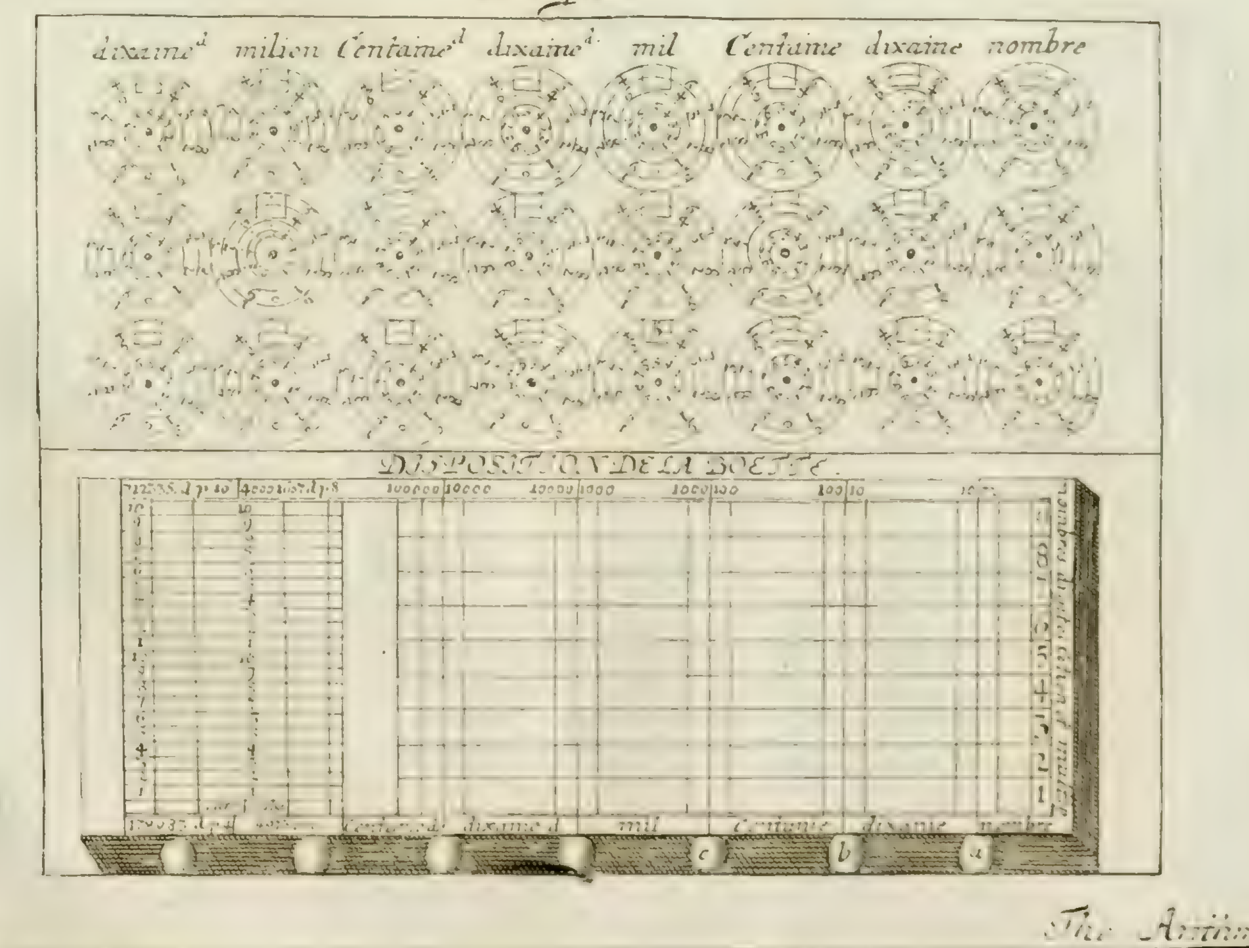
Fig. II.

Fig. III

A B C D E G H a b

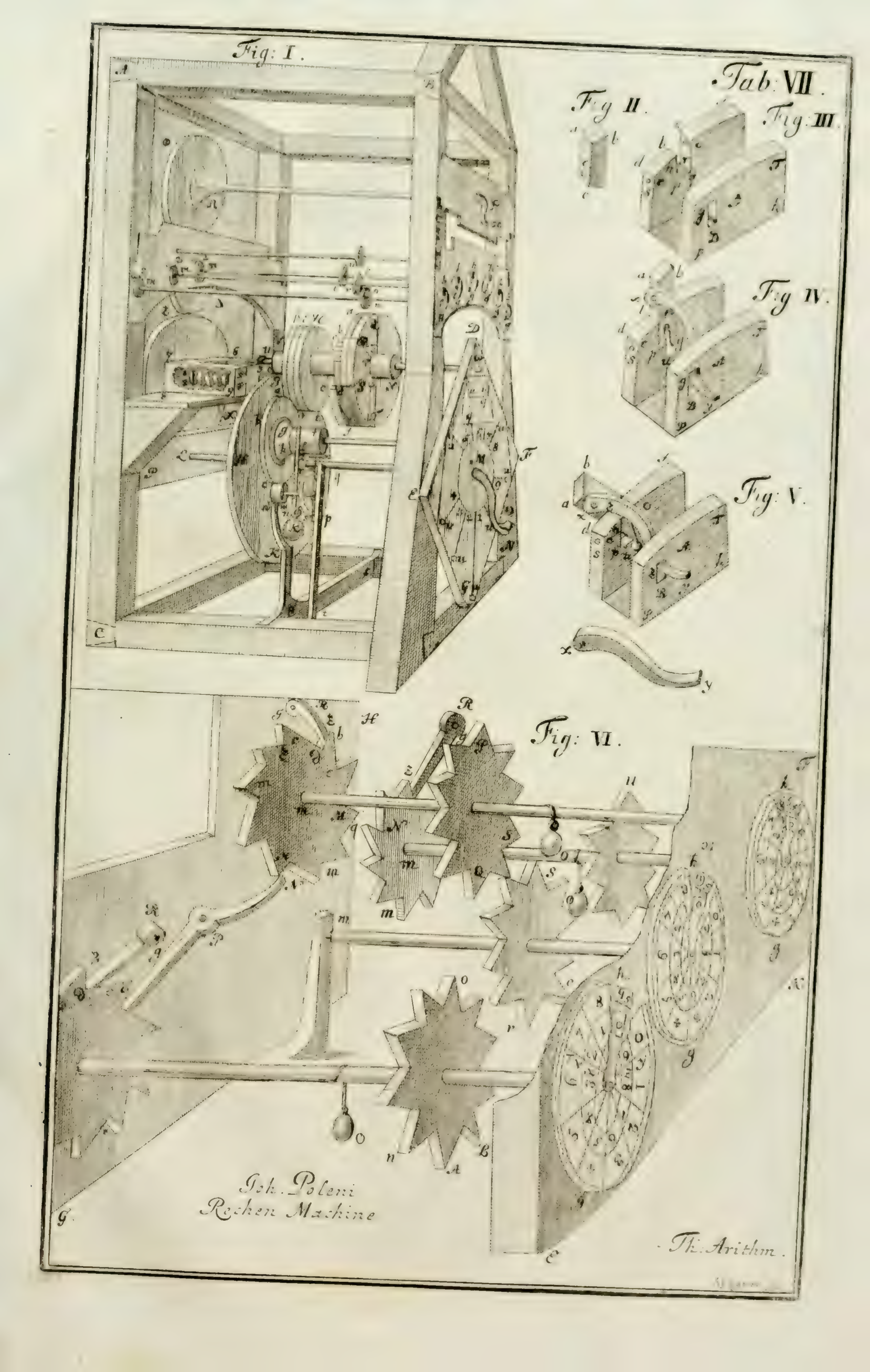
Mr. Grillets Arithmetische Machine.

Fig. IV.

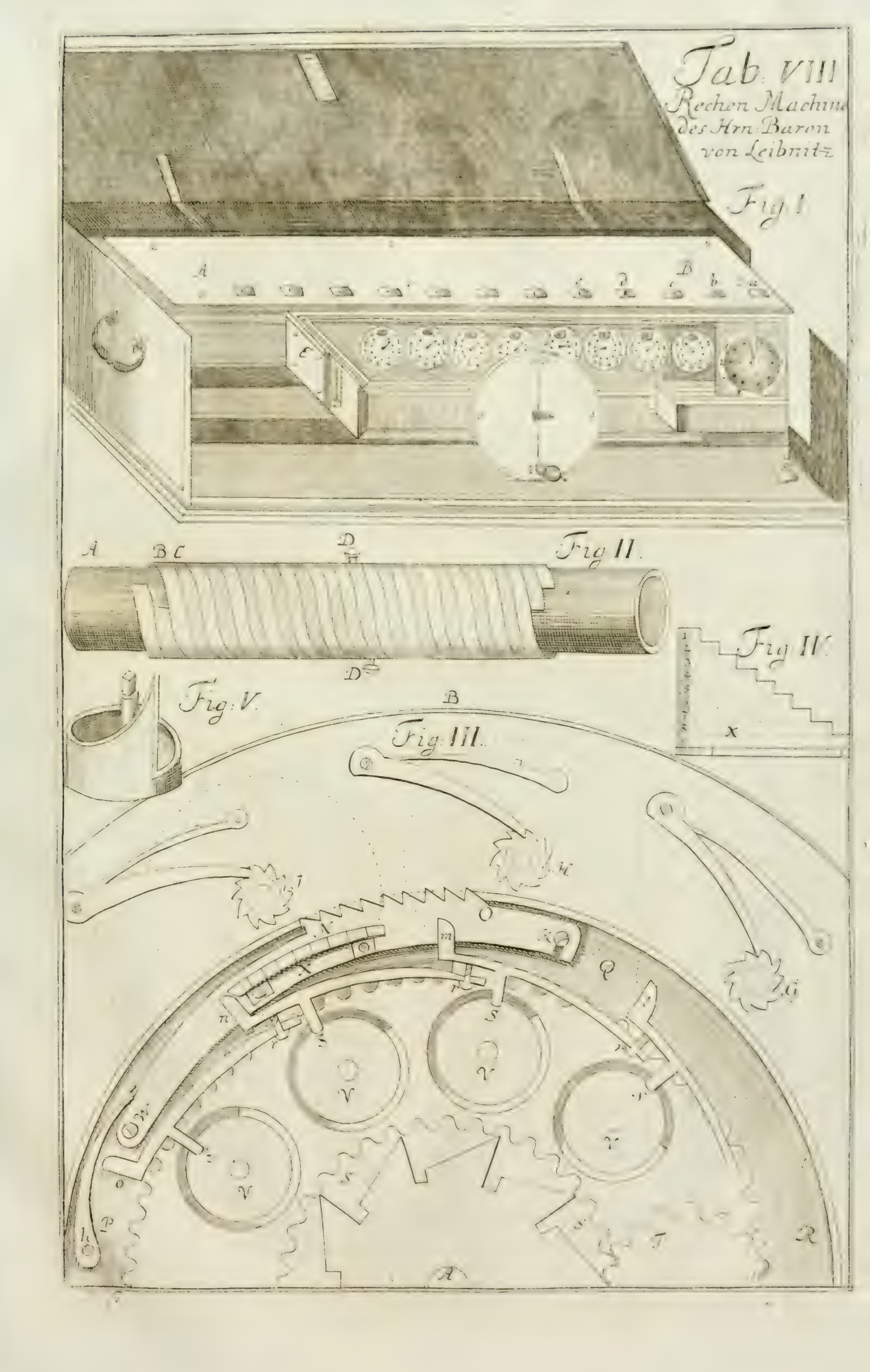


B. fc.

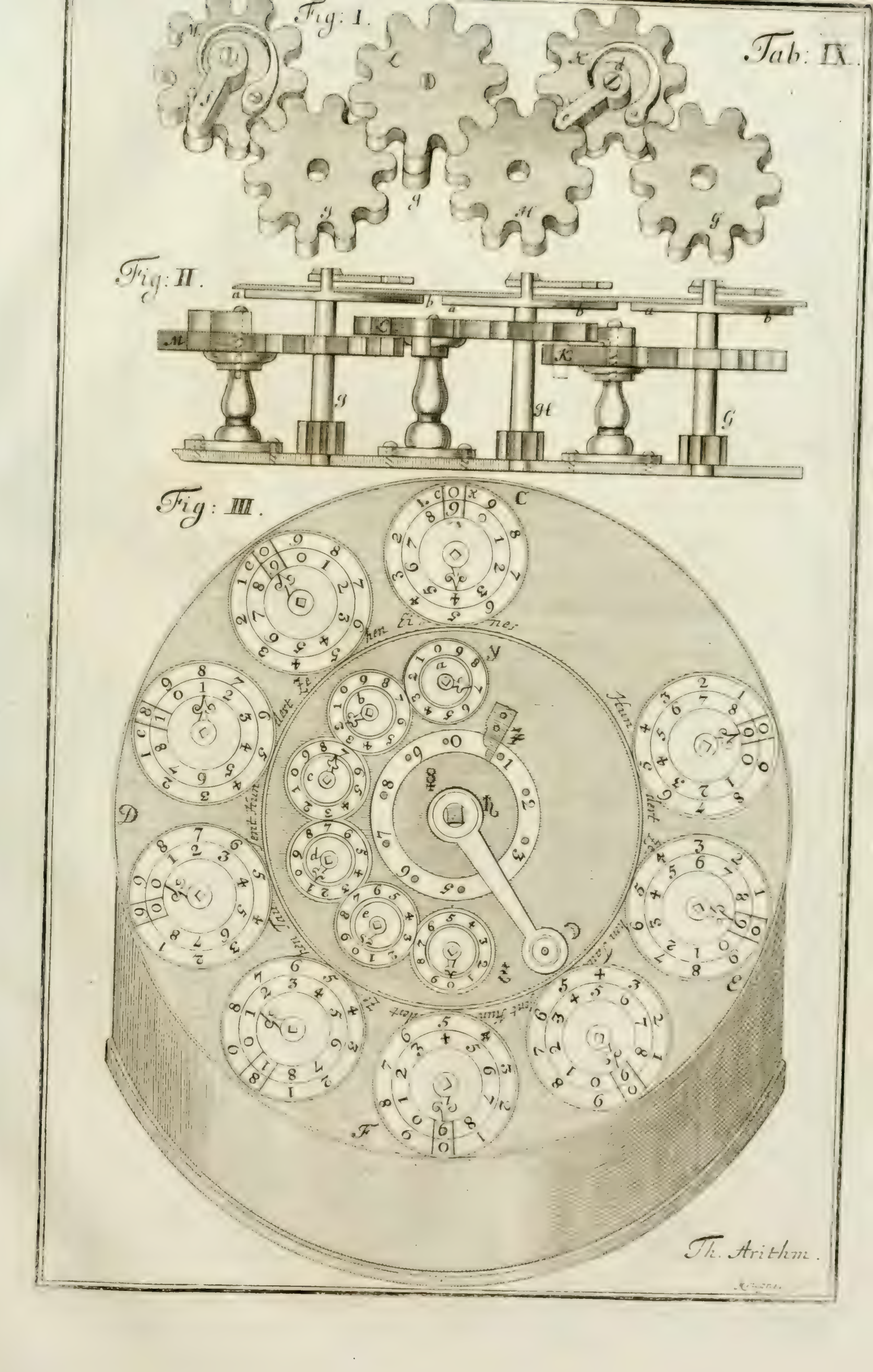



Fig: I.
Tab: VII.
Fig II.
Fig: III.
Fig IV.
Fig: V.
Fig: VI.
Joh. Poleni
Rechen Machine
Th: Arithm.

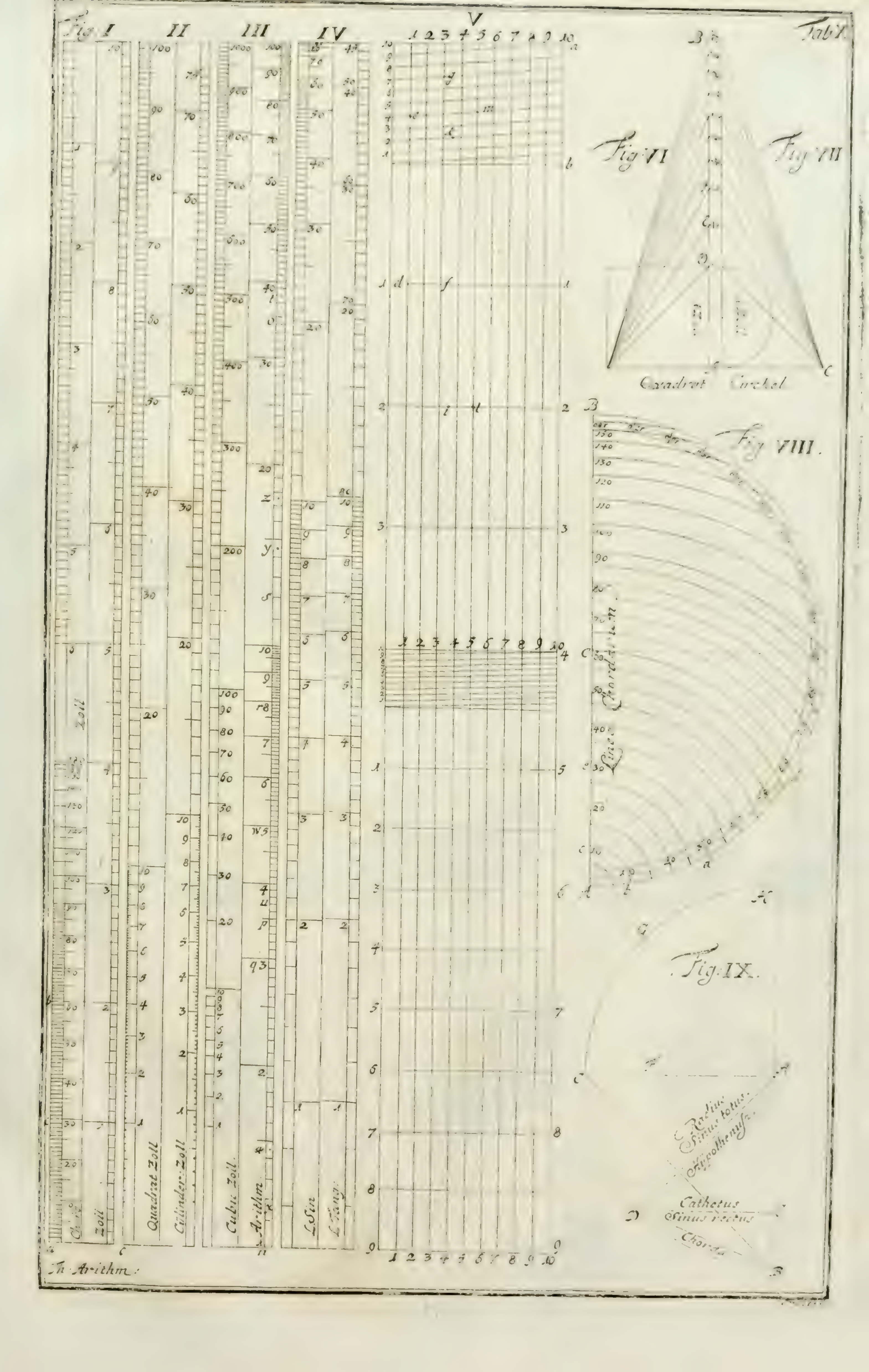



Tab: VIII
Rechen Machine
des Hrn: Baron
von Leibnitz
Fig. I
Fig. II.
Fig. III.
Fig. IV.
Fig. V.

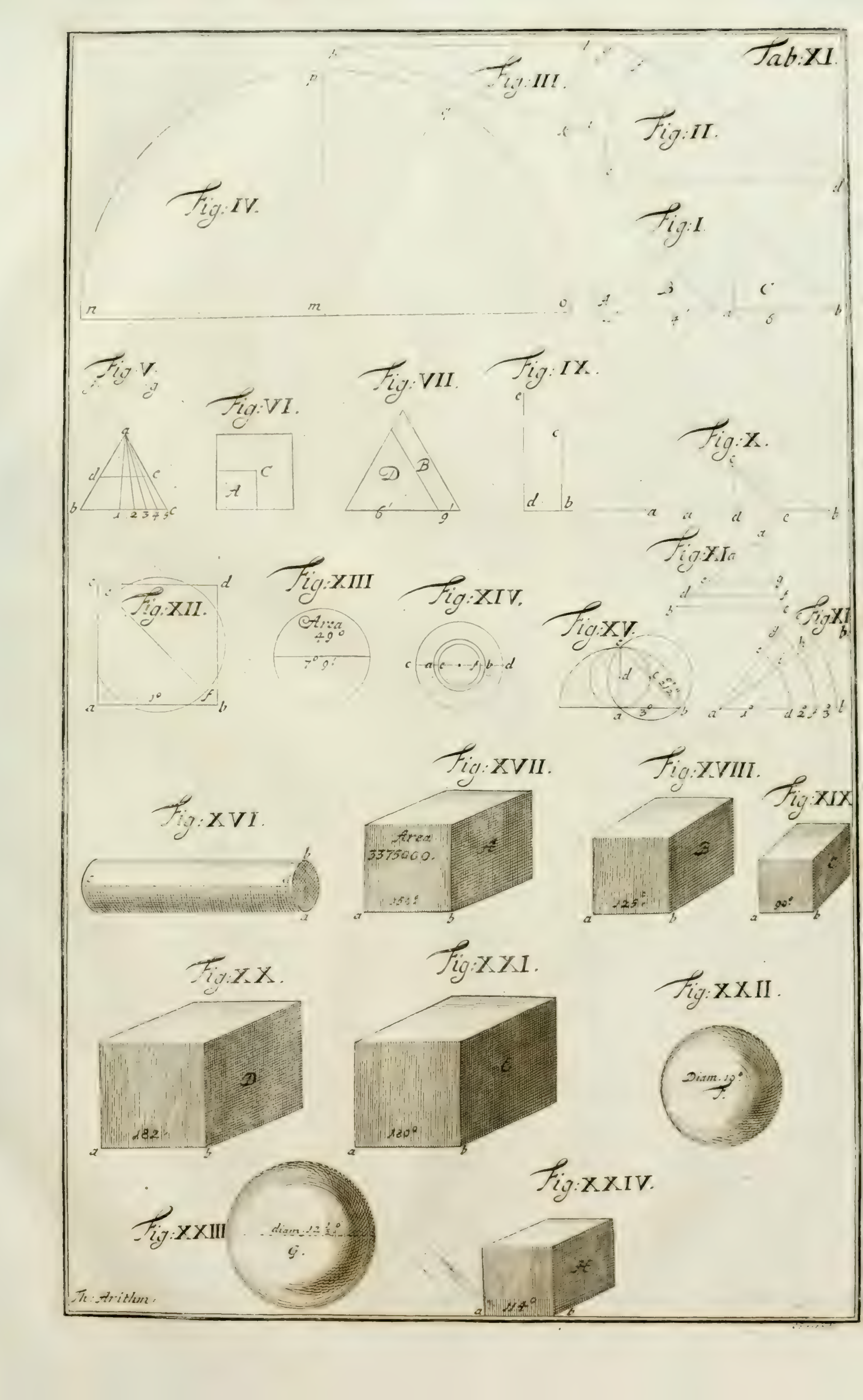



Fig: I.
Tab: IX.
Fig: II.
Fig: III.
Th. Arithm.

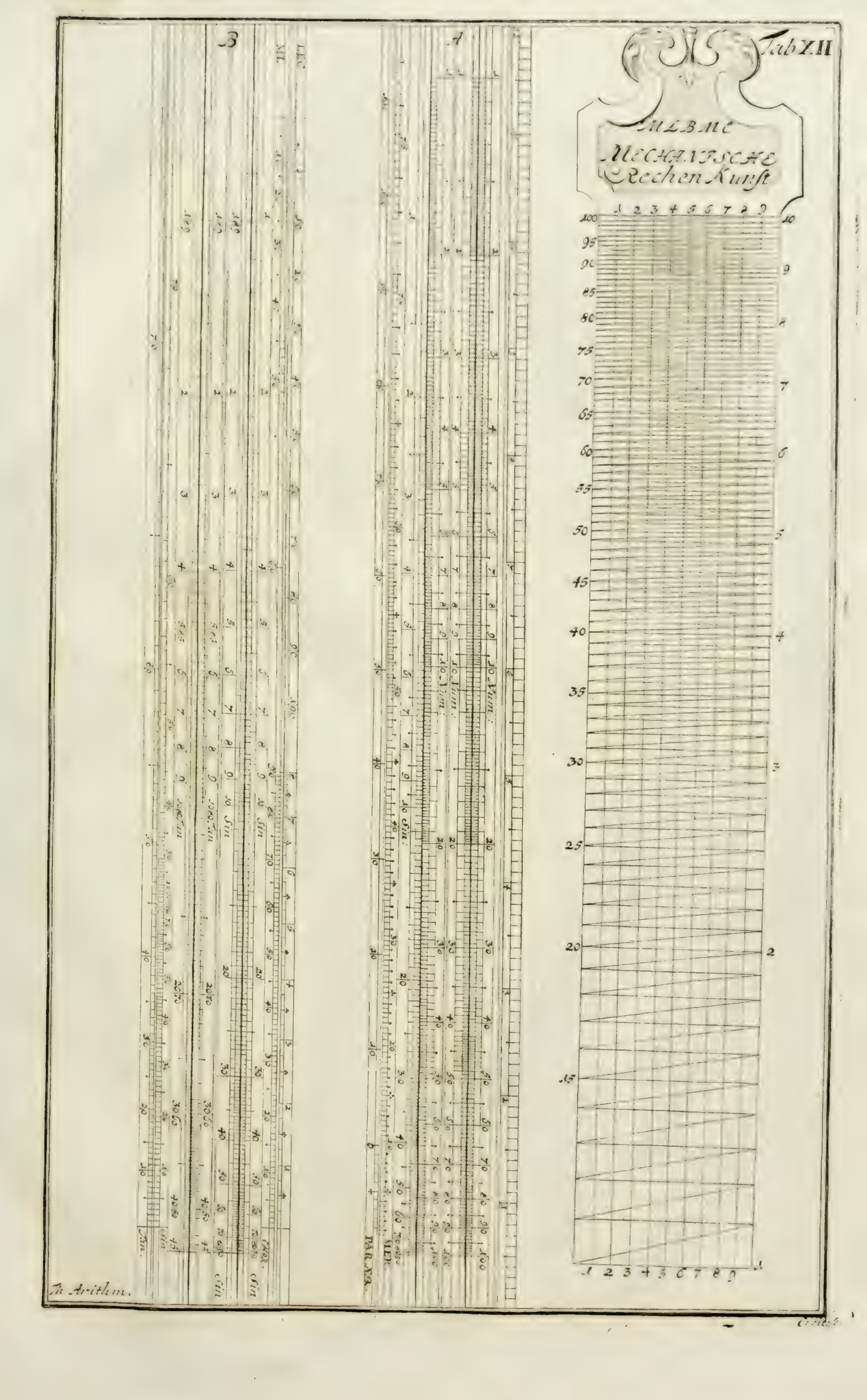



Tab. X
Fig. I
II
III
IV
V
Fig. VI
Fig. VII
Quadrat Circkel
Fig. VIII.
Linea Chordarum
Fig. IX.
Radius
Sinus totus
Hypothenusa
Cathetus
Sinus rectus
Chorda
Zoll
Quadrat Zoll
Cilinder Zoll
Cubic Zoll
Arithm.
L. Sin.
L. Tang.
Tr. Arithm.

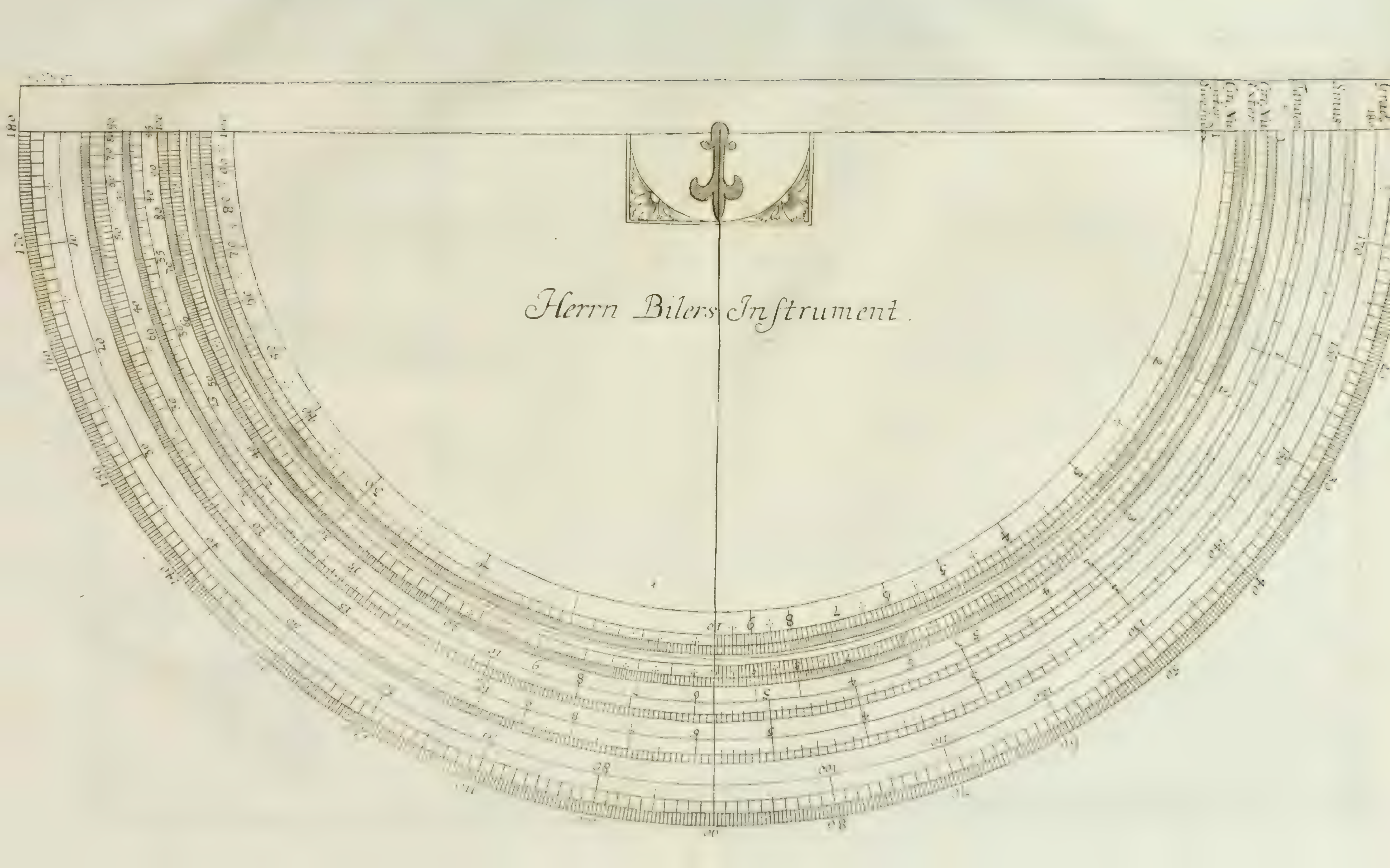



Tab:XI.
Fig:I.
Fig:II.
Fig:III.
Fig:IV.
Fig:V.
Fig:VI.
Fig:VII.
Fig:IX.
Fig:X.
Fig:XIa
Fig:XII.
Fig:XIII
Area 49°
Fig:XIV.
Fig:XV.
Fig:XVI.
Fig:XVII.
Area 3375000.
Fig:XVIII.
Fig:XIX
Fig:XX.
Fig:XXI.
Fig:XXII.
Fig:XXIII
Fig:XXIV.
Th: Arithm.

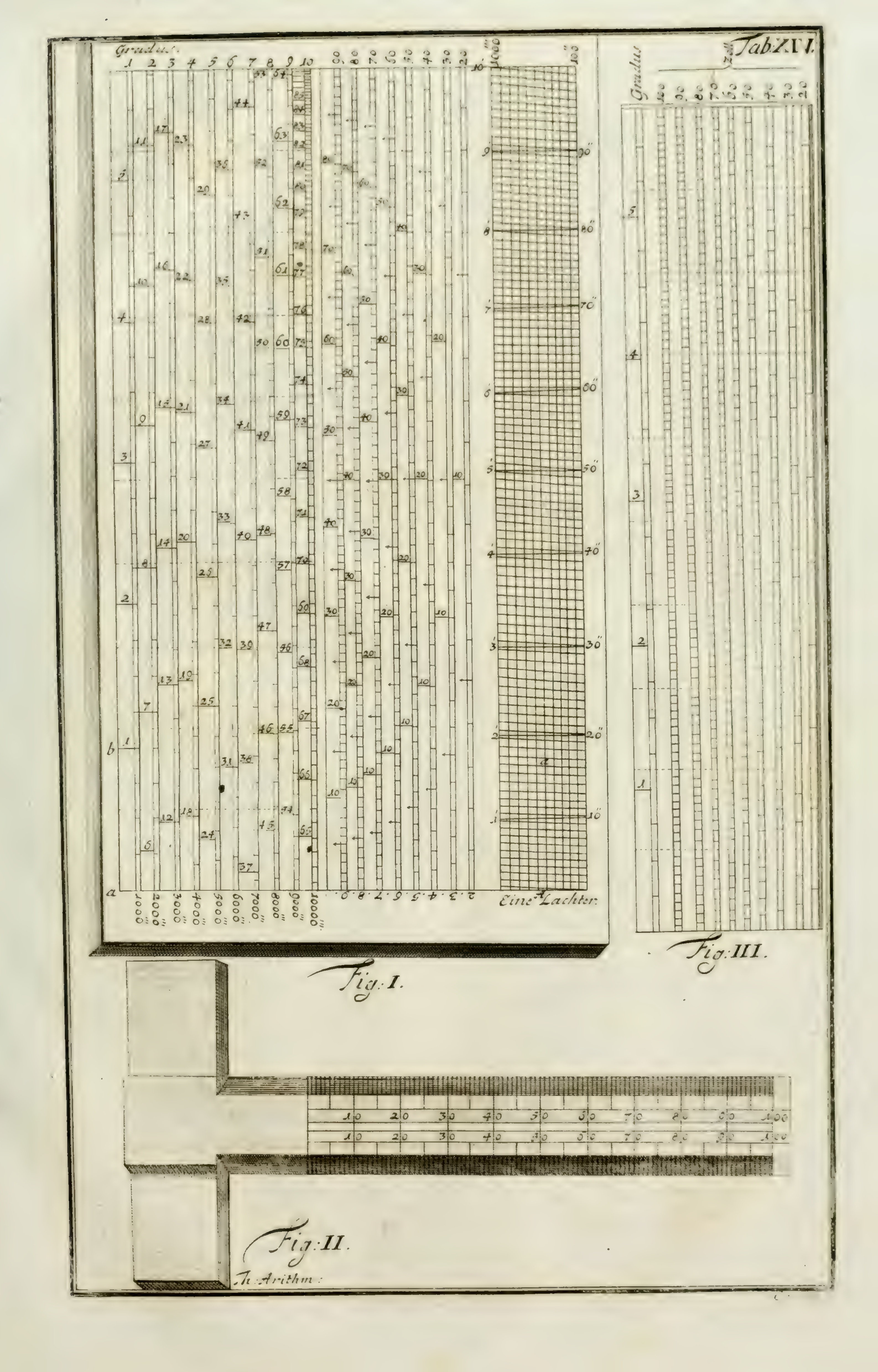



Tab. XII
MECHANISCHE
Rechen Kunst
In Arithm.

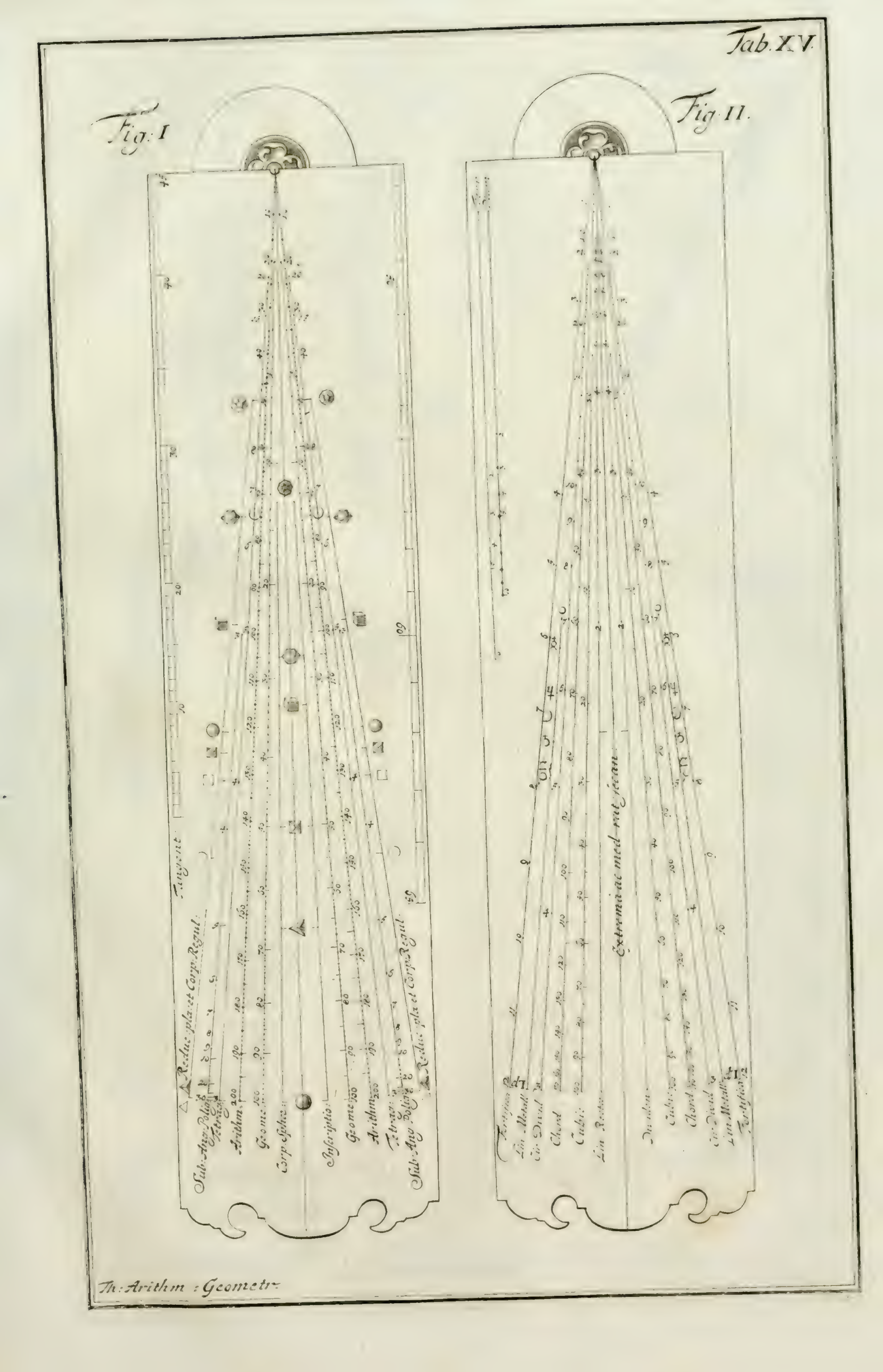



Herrn Bilers Instrument.
Grad.
Sinus
Tangen.
Circ. Nu Exter
Circ. Nu inter

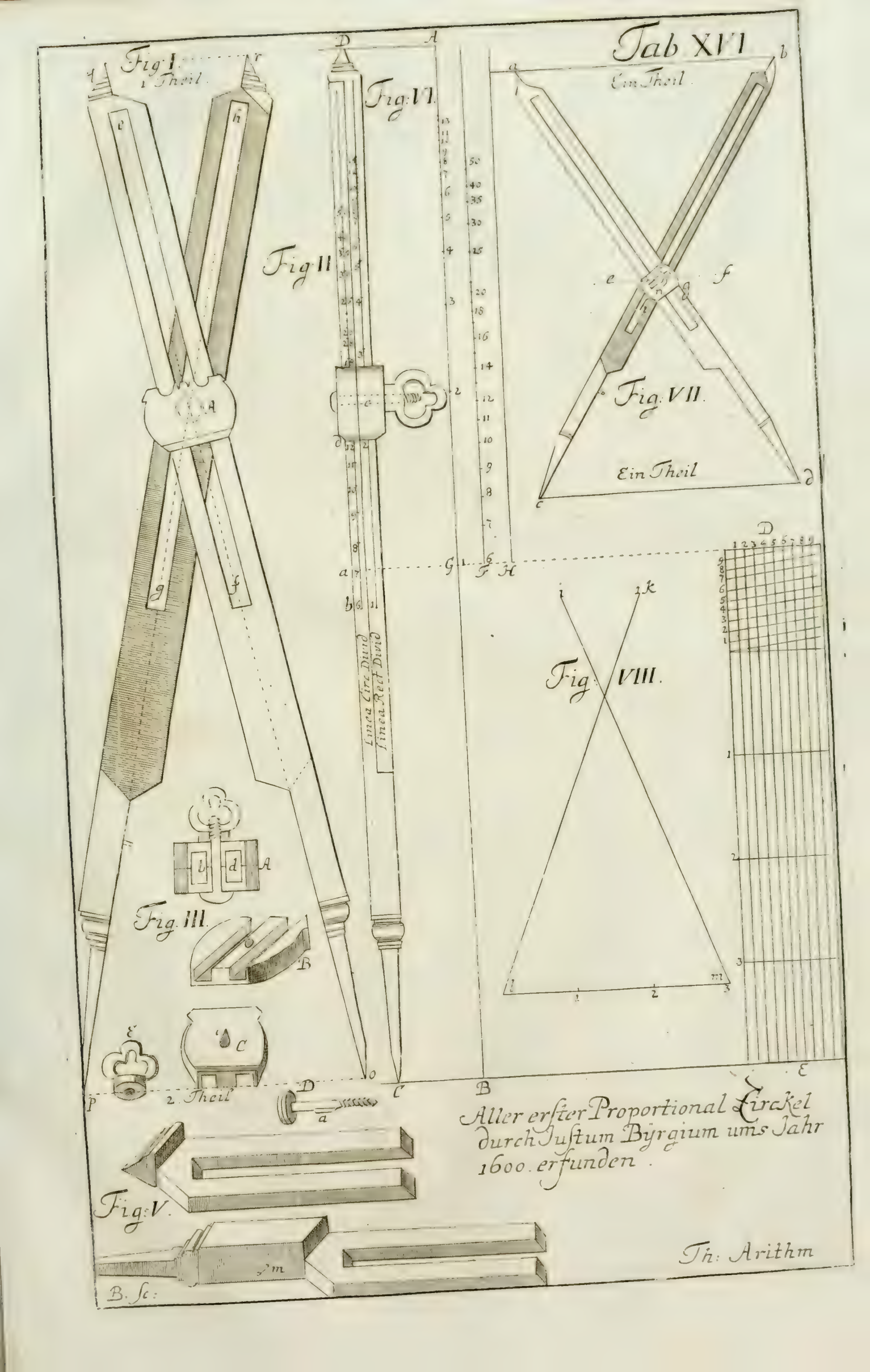



Tab. XVI.
Gradus
Eine Lachter
Gradus
Zoll
Fig: I.
Fig: II.
Fig: III.
Th: Arithm:



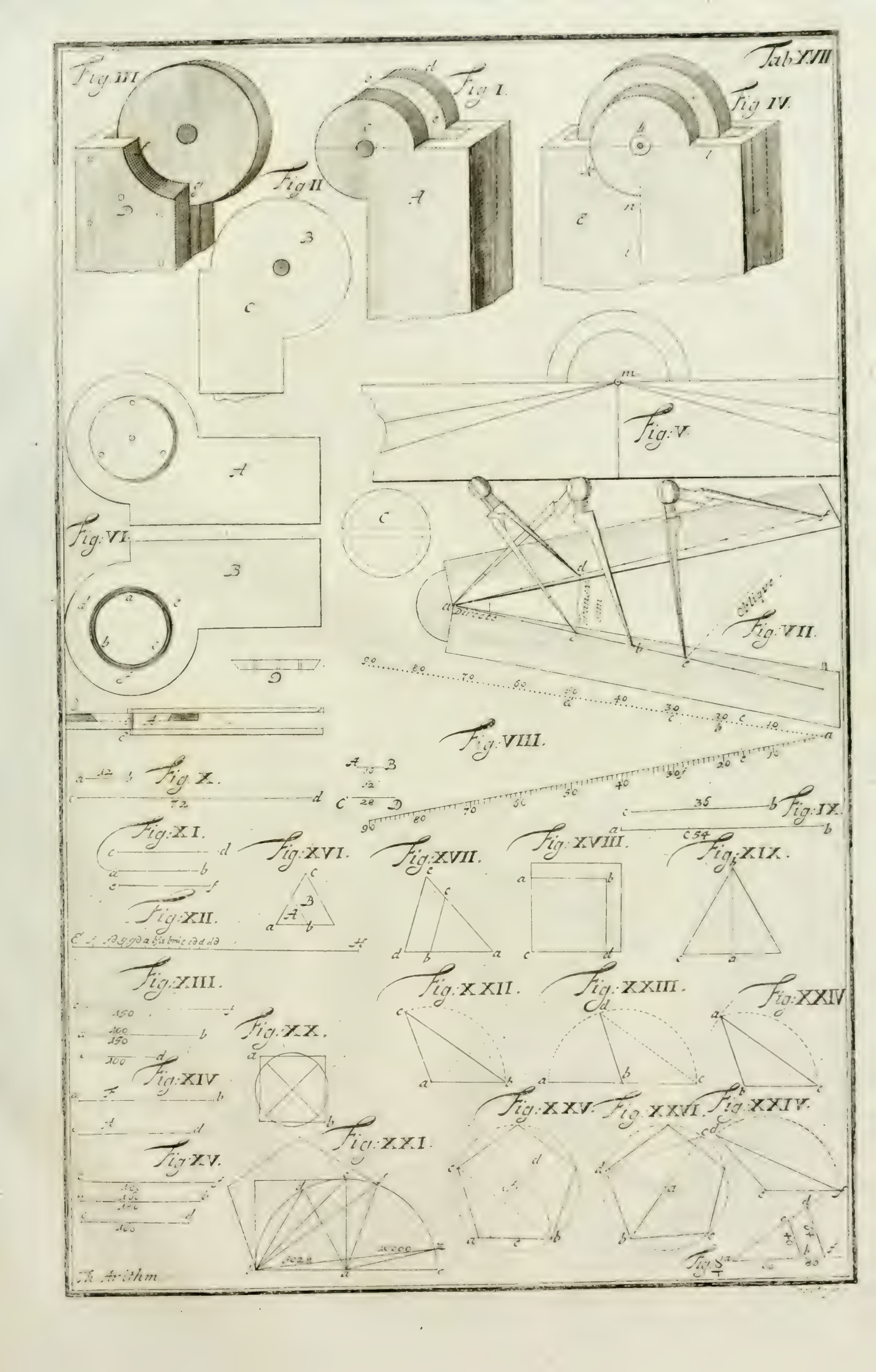

Tab. XV.
Fig: I
Fig. II.
Tangent
Sub: Ang: Polig:
Tetrag:
Arithm:
Geome:
Corp: Sphær:
Inscriptio:
Geome:
Arithm:
Tetrag:
Sub: Ang: Polig:
Reduc: pla: et Corp: Regul:
Extrema ac med: rat: sectam
Lin: Metall:
Cir: Divid:
Chord:
Cubi:
Lin: Recta
Th: Arithm: Geometr:



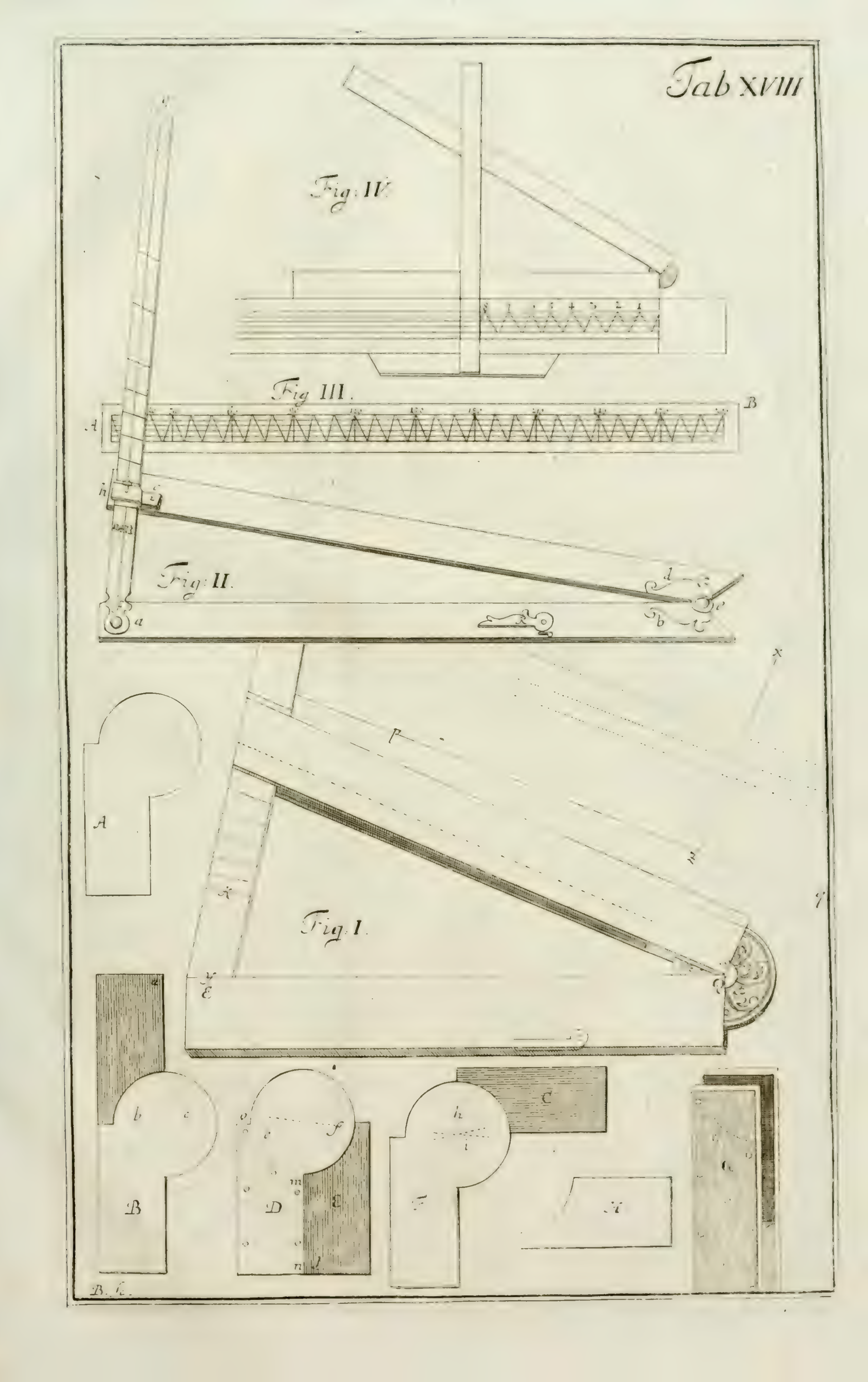


Tab XVI
Fig: I.
1 Theil
Fig: II
Fig: VI.
Fig: VII.
Ein Theil
Ein Theil
Fig: VIII.
Fig: III.
Fig: V.
2. Theil
Linea Circ. Divid
Linea Rect Divid
Aller erster Proportional Zirckel
durch Justum Byrgium ums Jahr
1600. erfunden.
Th: Arithm
B. Sc:

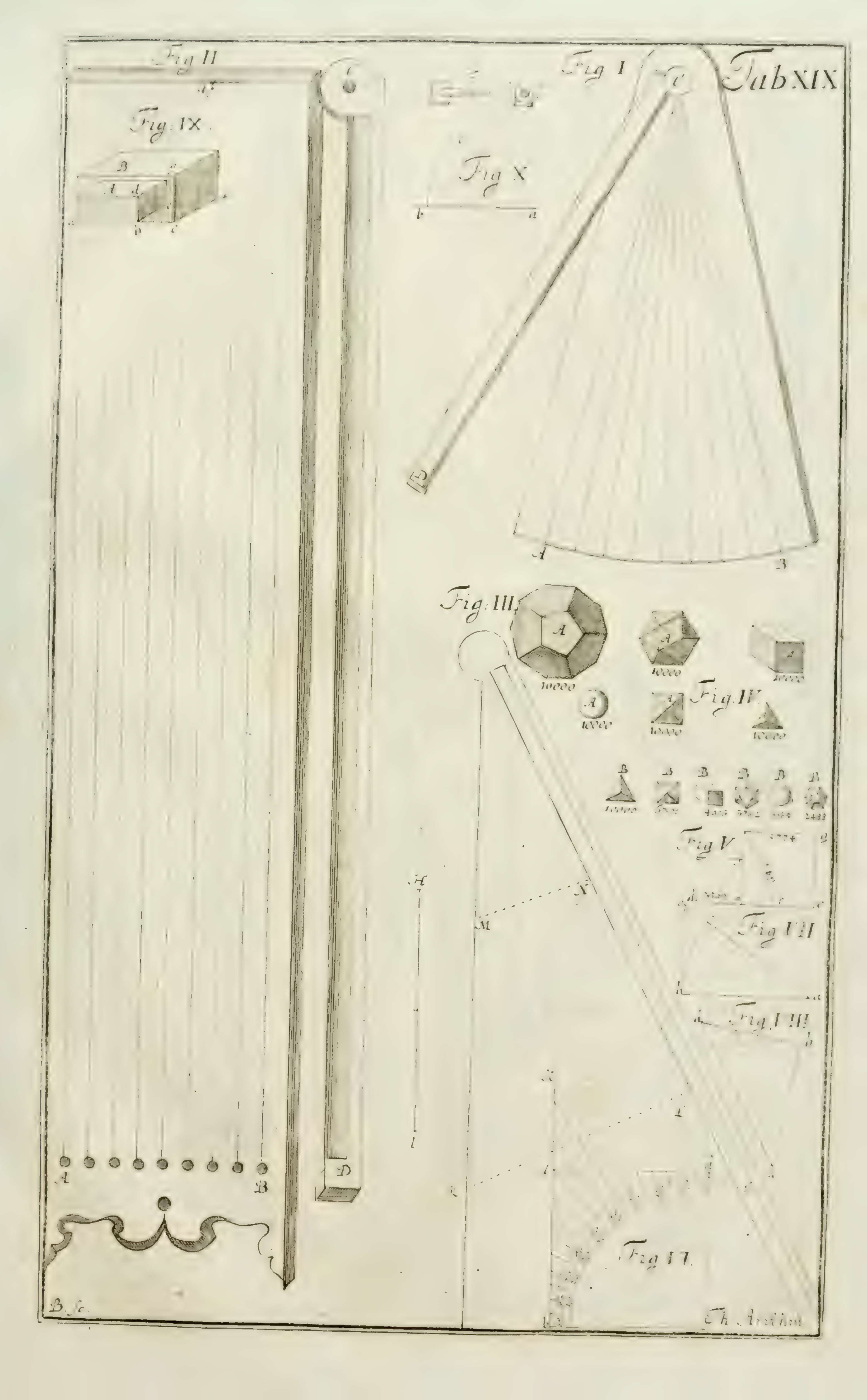



Tab. XVII
Fig. III
Fig. I
Fig. IV
Fig. II
Fig. V
Fig. VI
Fig. VII
Fig. VIII
Fig. IX
Fig. X
Fig. XI
Fig. XII
Fig. XIII
Fig. XIV
Fig. XV
Fig. XVI
Fig. XVII
Fig. XVIII
Fig. XIX
Fig. XX
Fig. XXI
Fig. XXII
Fig. XXIII
Fig. XXIV
Fig. XXV
Fig. XXVI
Fig. XXIV
Directe
Oblique
Ph. Arithm

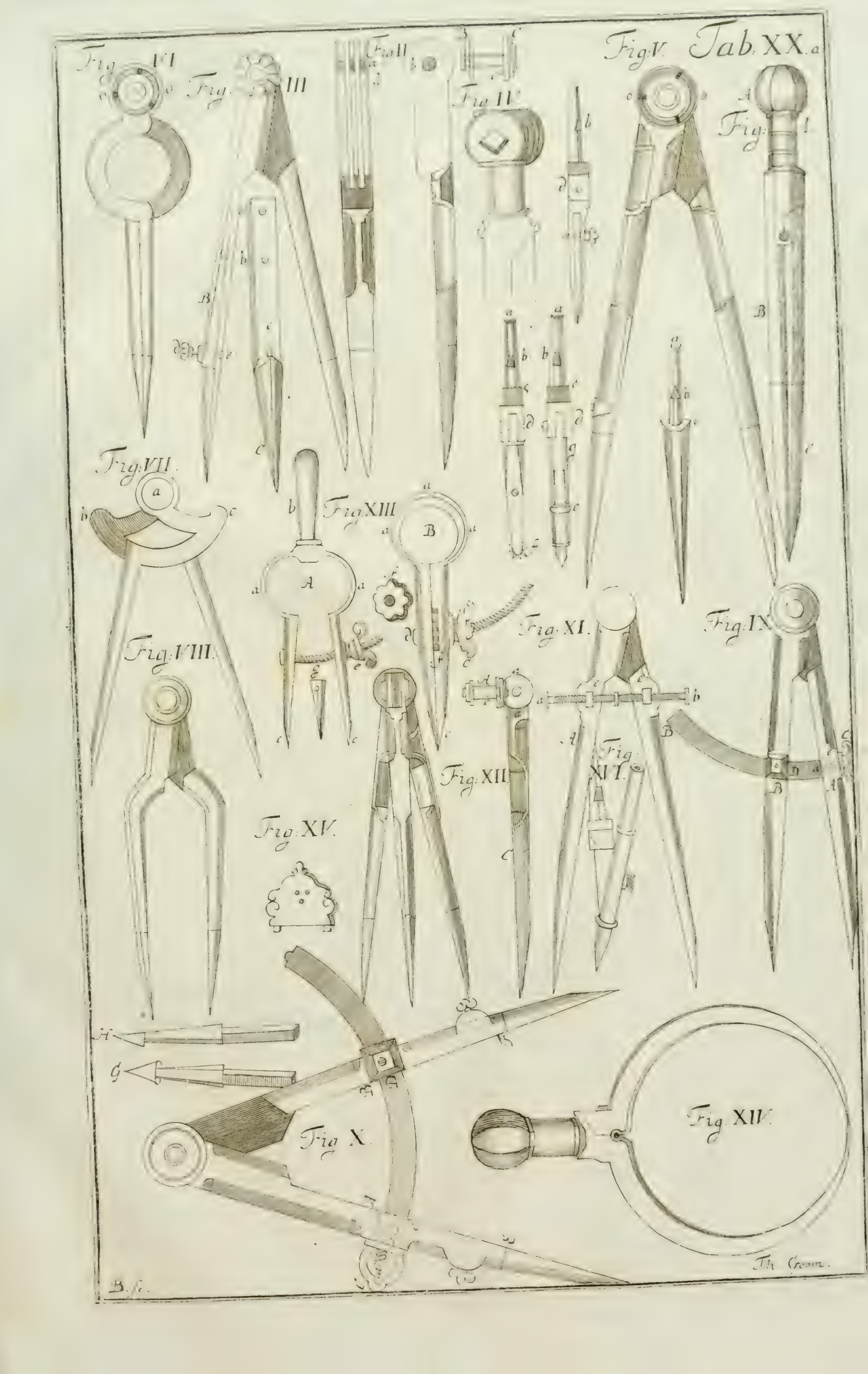



Tab XVIII
Fig: IV.
Fig III.
A
B
Fig: II.
a
b
c
d
h
i
Fig. I.
A
B
C
D
E
F
G
H
B. h.

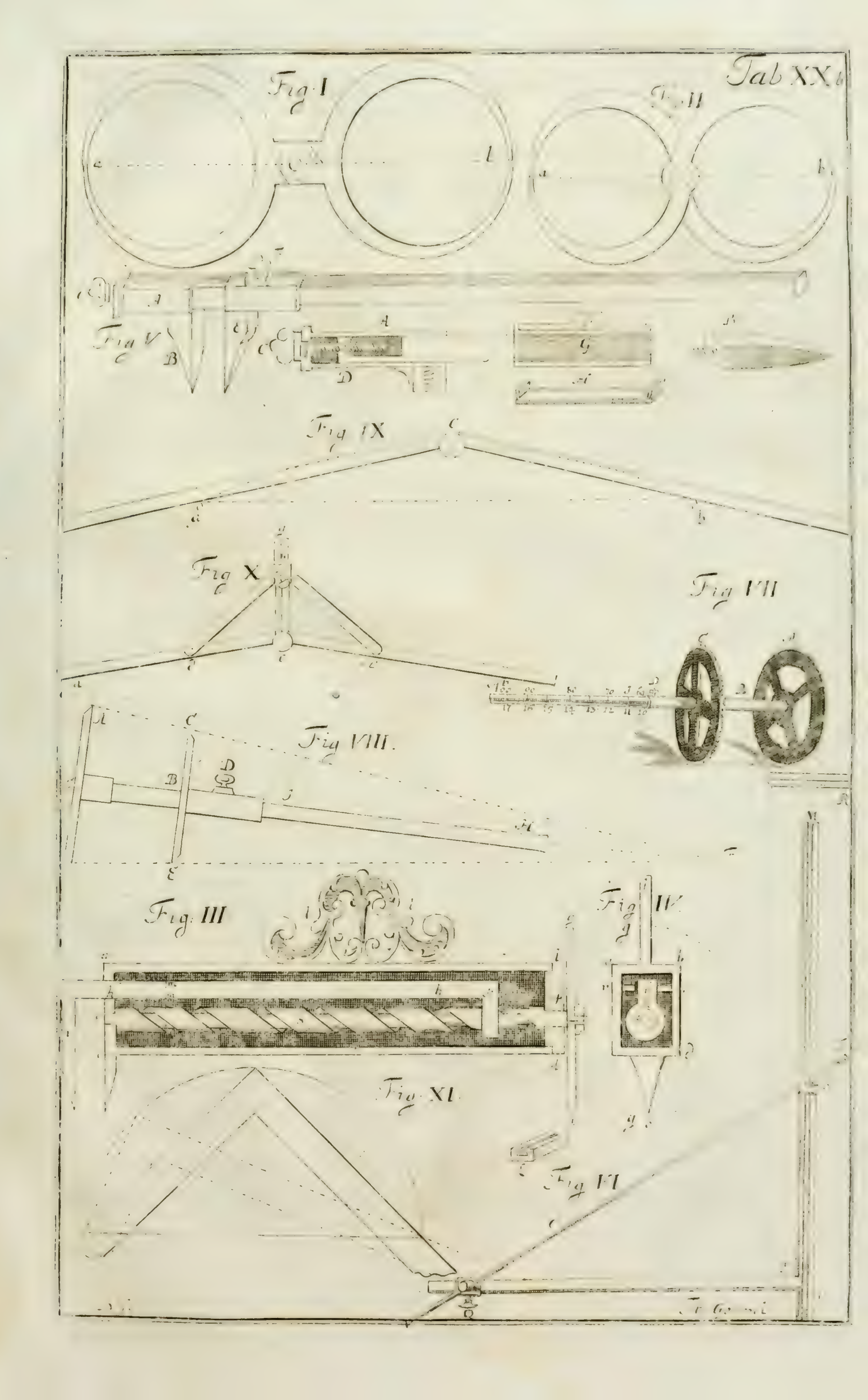



Tab XIX
Fig I
Fig II
Fig: III
Fig: IV
Fig V
Fig VI
Fig VII
Fig VIII
Fig: IX
Fig X
B. sc.

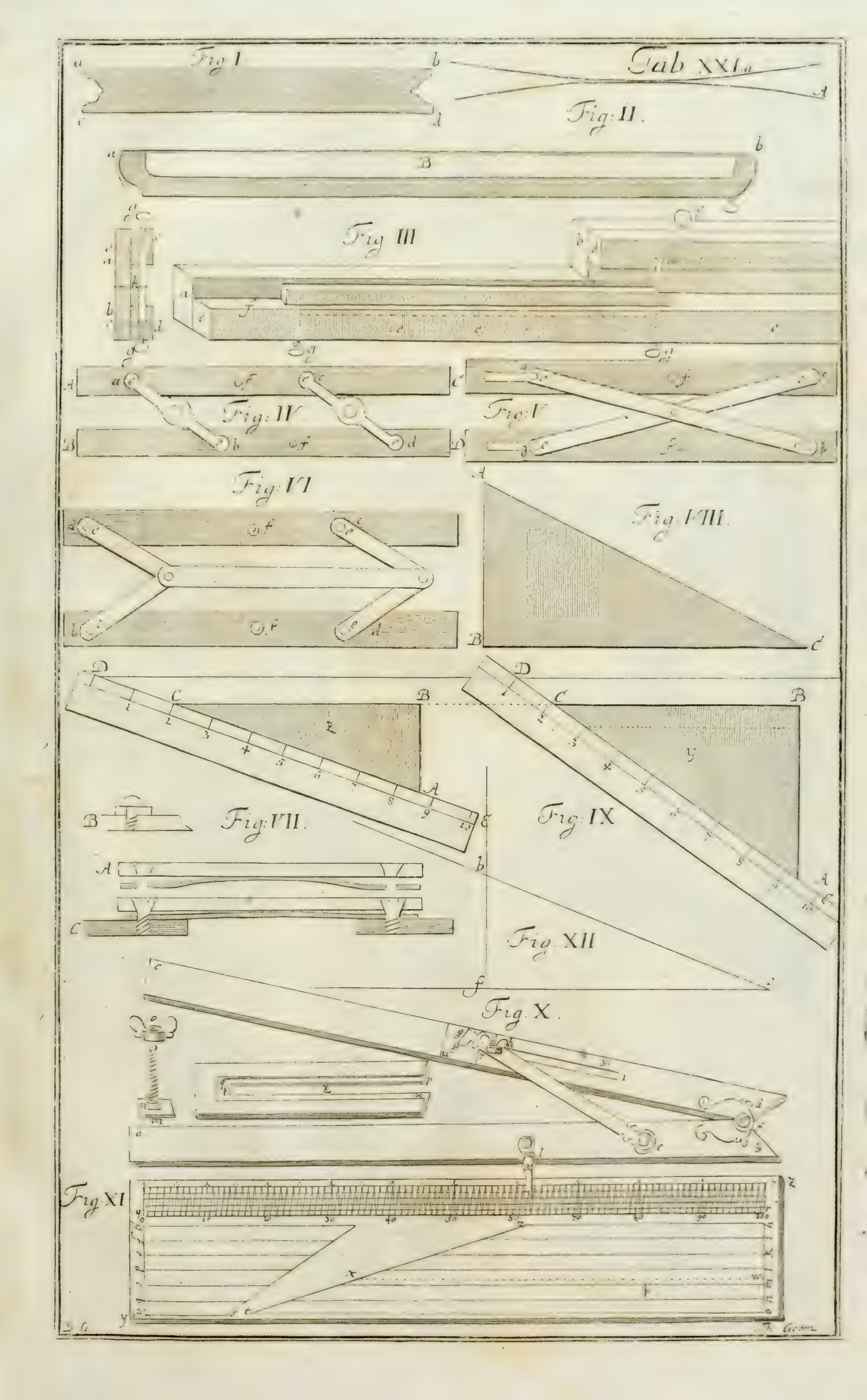



Tab. XX. a
Fig. I
Fig. II
Fig. III
Fig. IV
Fig. V
Fig. VI
Fig. VII
Fig. VIII
Fig. IX
Fig. X
Fig. XI
Fig. XII
Fig. XIII
Fig. XIV
Fig. XV
Th. Crom.
B. f.

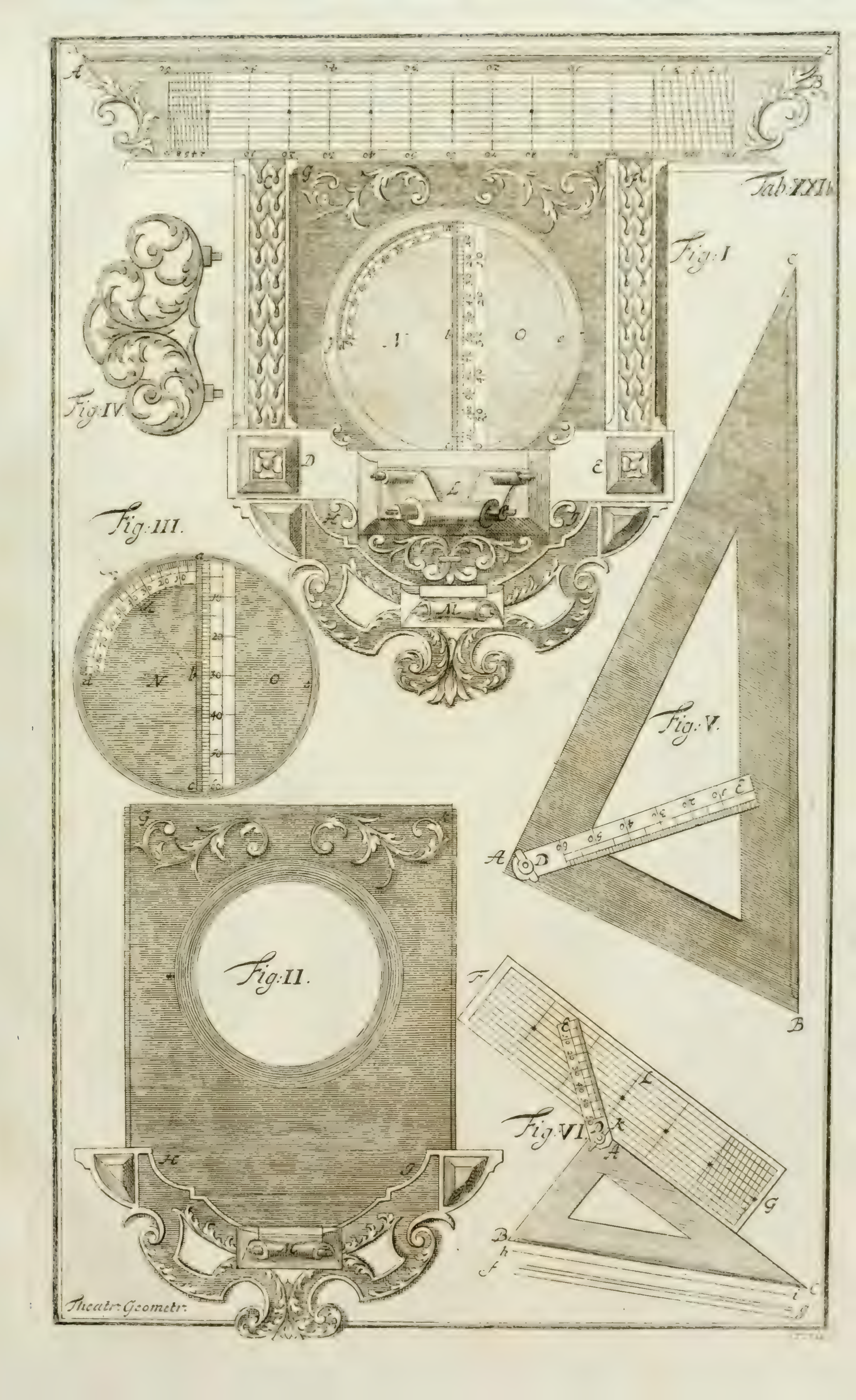



Tab XX
Fig I
Fig V
Fig IX
Fig X
Fig VII
Fig VIII
Fig III
Fig IV
Fig XI
Fig VI

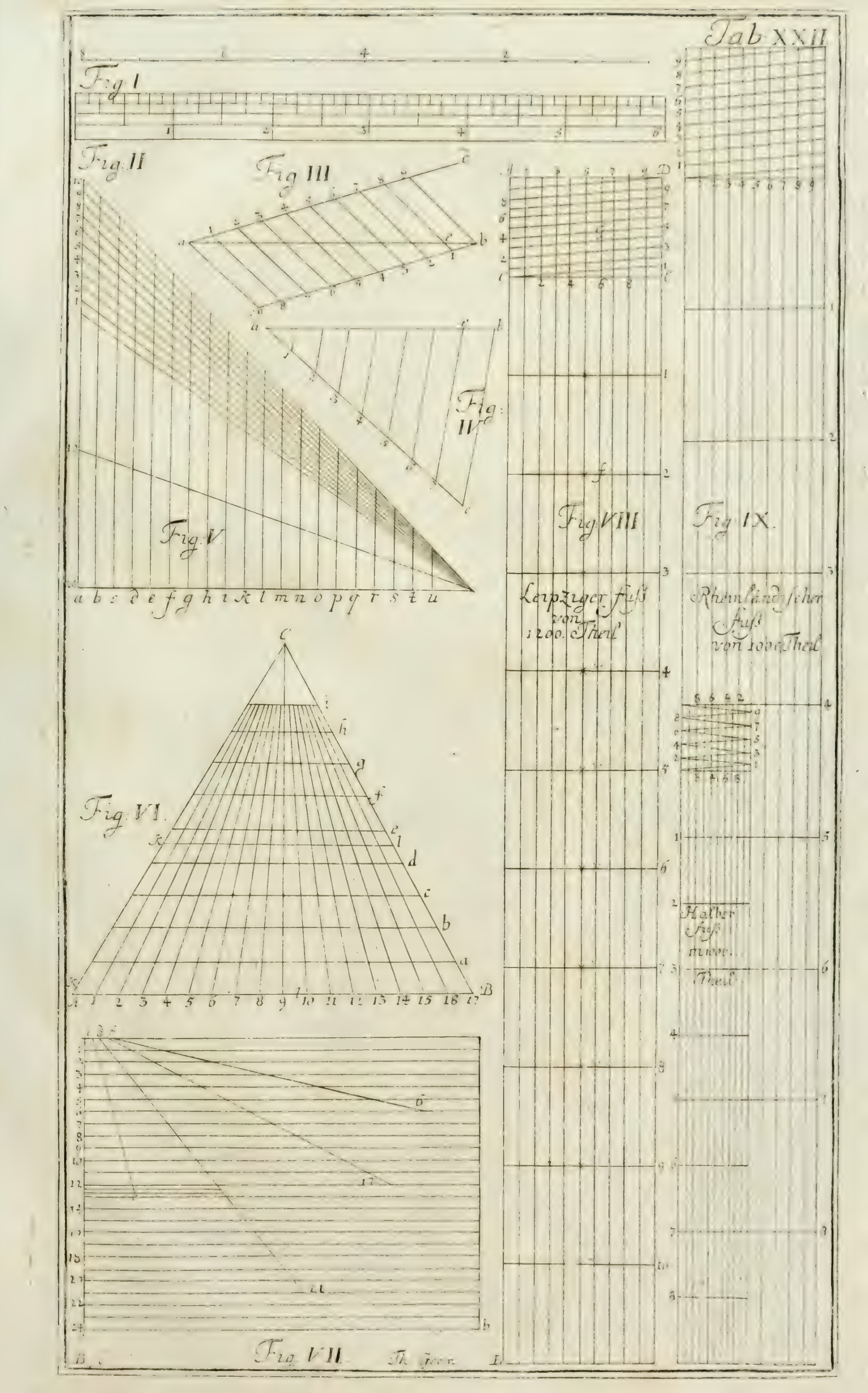



Tab XXI.a
Fig I
Fig: II.
Fig III
Fig: IV.
Fig: V.
Fig: VI
Fig: VIII.
Fig: VII.
Fig: IX
Fig: XII
Fig: X.
Fig: XI



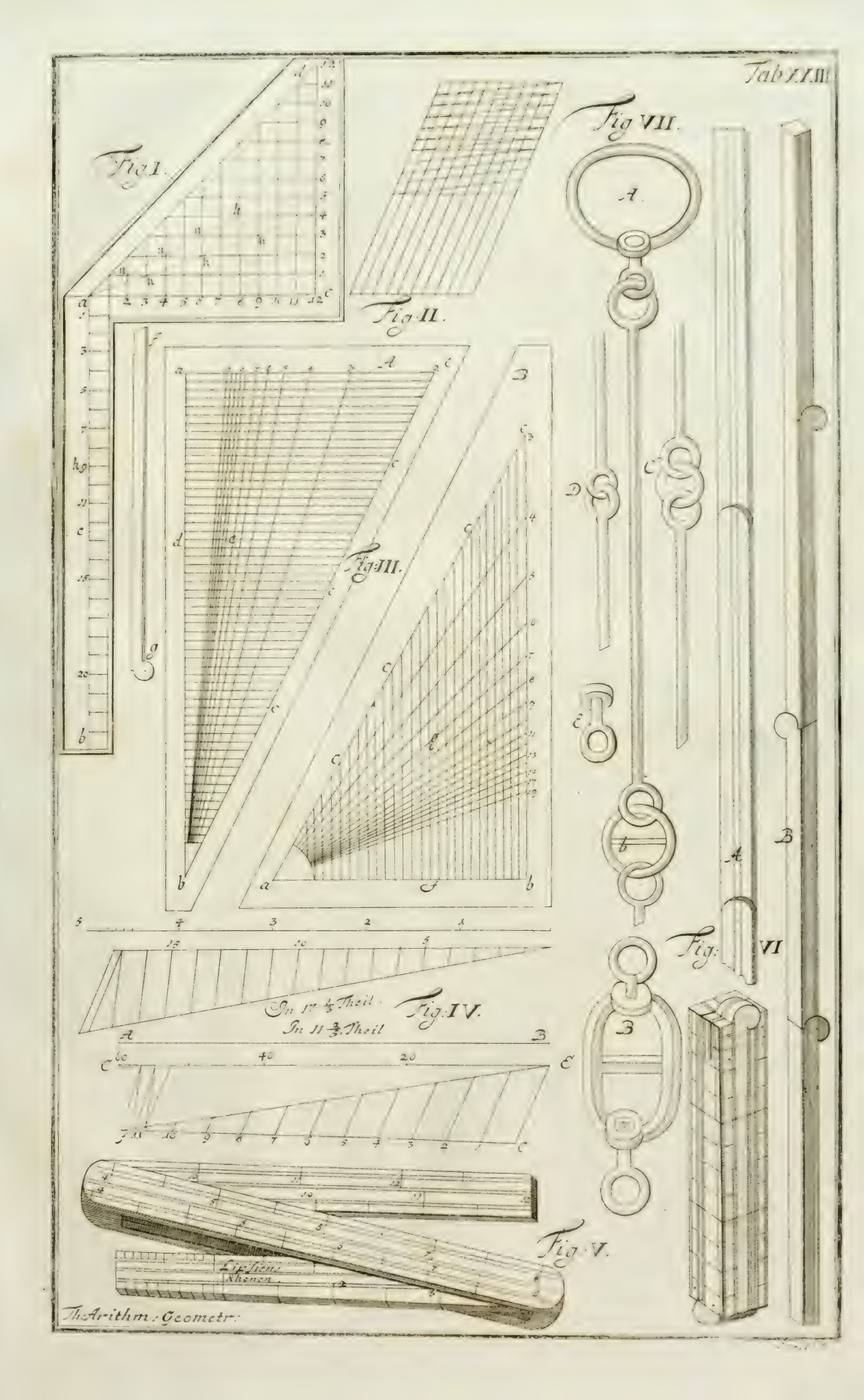

Tab. XXI
Fig: I
Fig: II.
Fig: III.
Fig: IV.
Fig: V.
Fig: VI.
Theatr. Geometr.



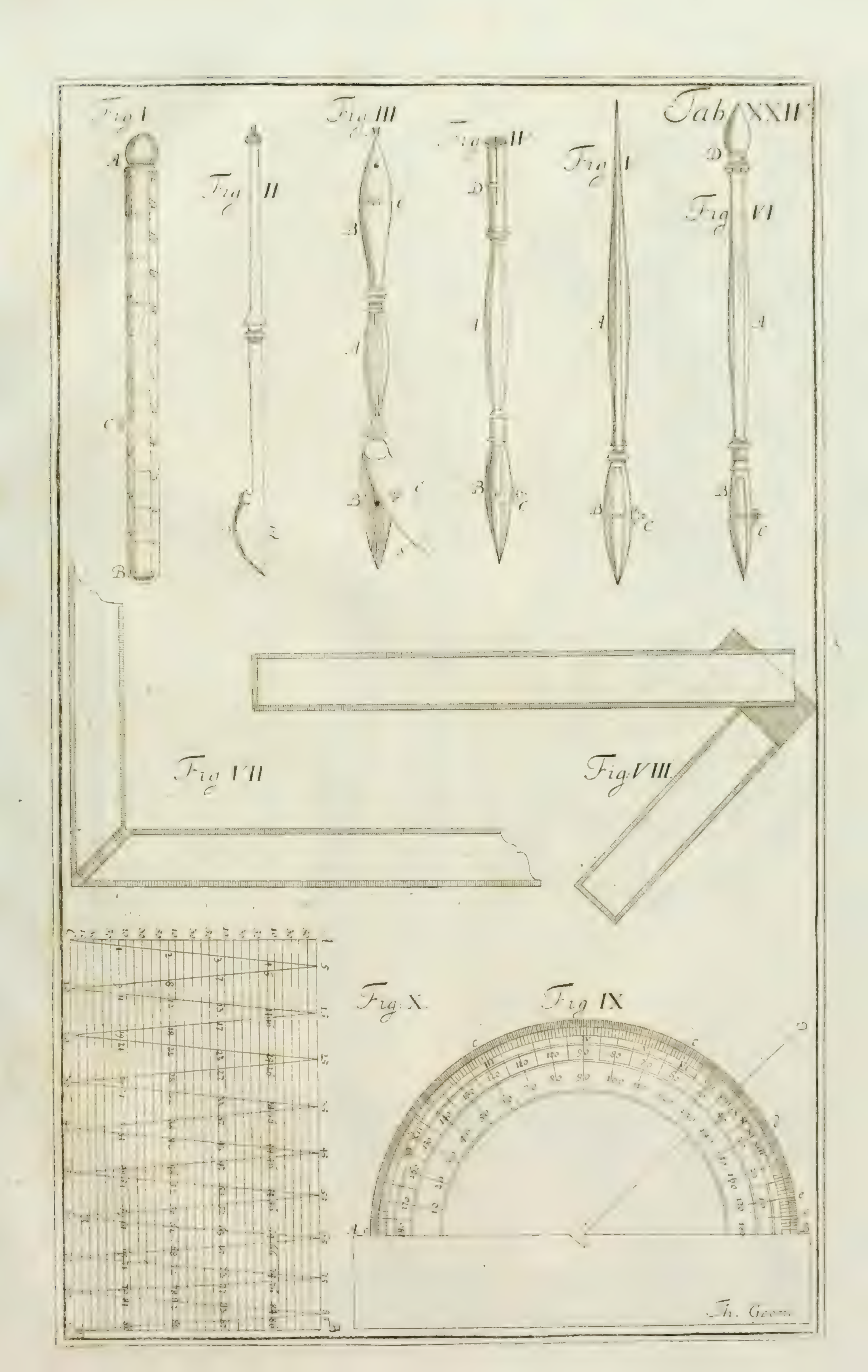


Tab XXII
Fig I
Fig II
Fig III
Fig IV
Fig V
Fig VI
Fig VII
Fig VIII
Fig IX
Leipziger fuß von 1200. Theil
Rheinländischer fuß von 1000 Theil
Halber fuß



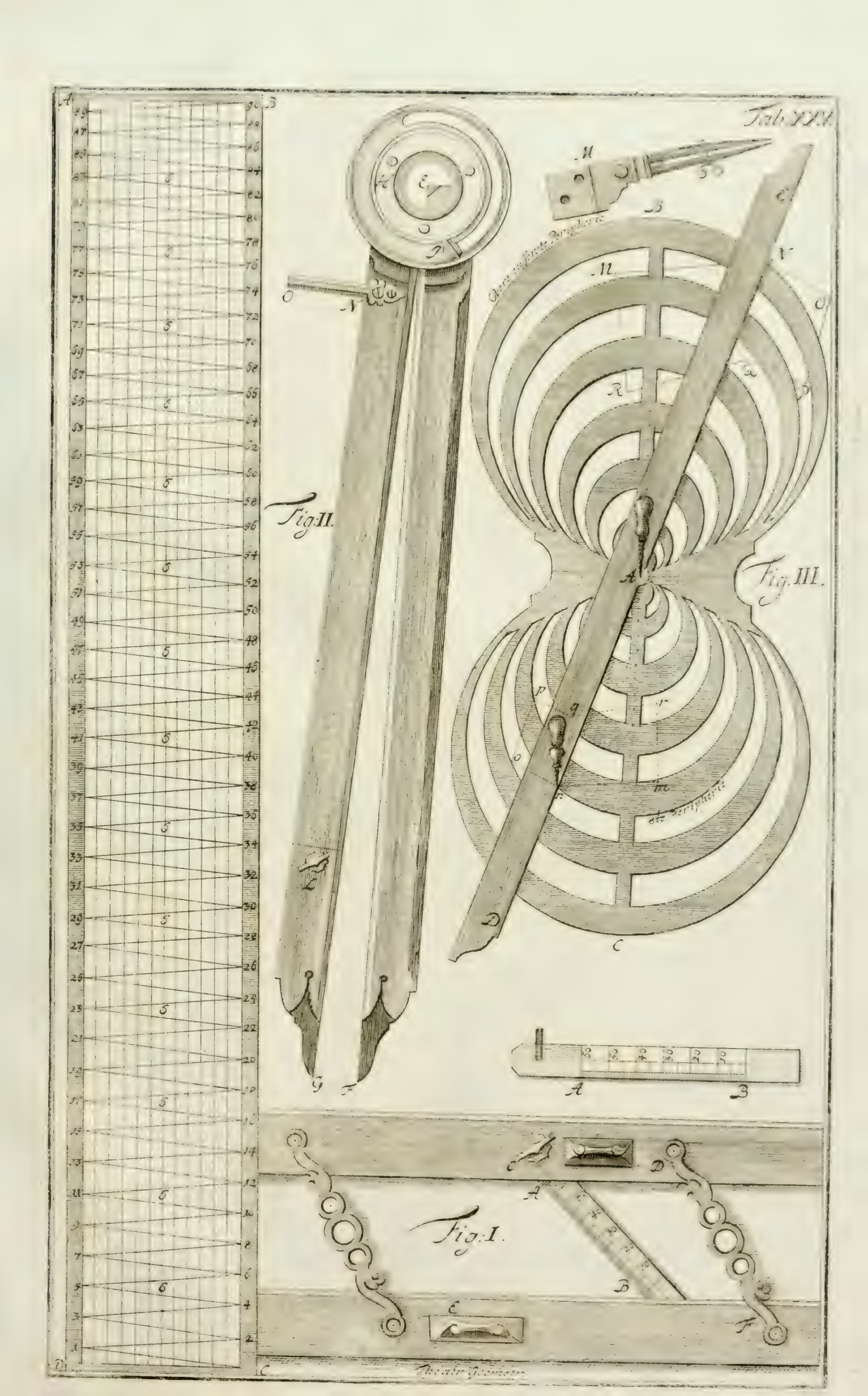

Tab. XXIII
Fig. I.
Fig. II.
Fig. VII.
Fig. III.
Fig. IV.
In 17 1/3 Theil.
In 11 2/3 Theil.
Fig. V.
Fig. VI
Th. Arithm: Geometr:



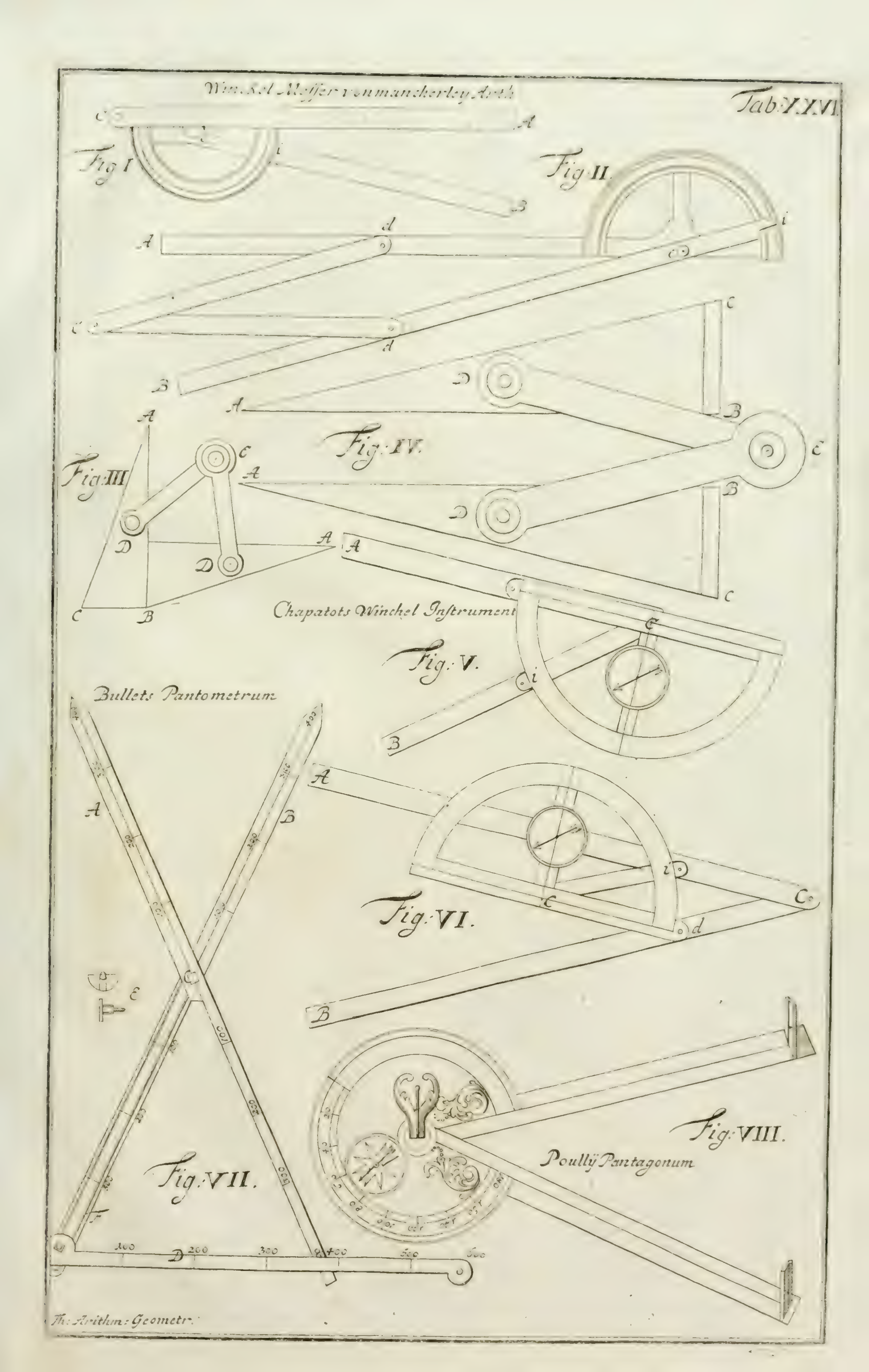


Tab. XXII
Fig I
Fig II
Fig III
Fig IV
Fig V
Fig VI
Fig VII
Fig VIII
Fig X.
Fig IX
Th. Geom.

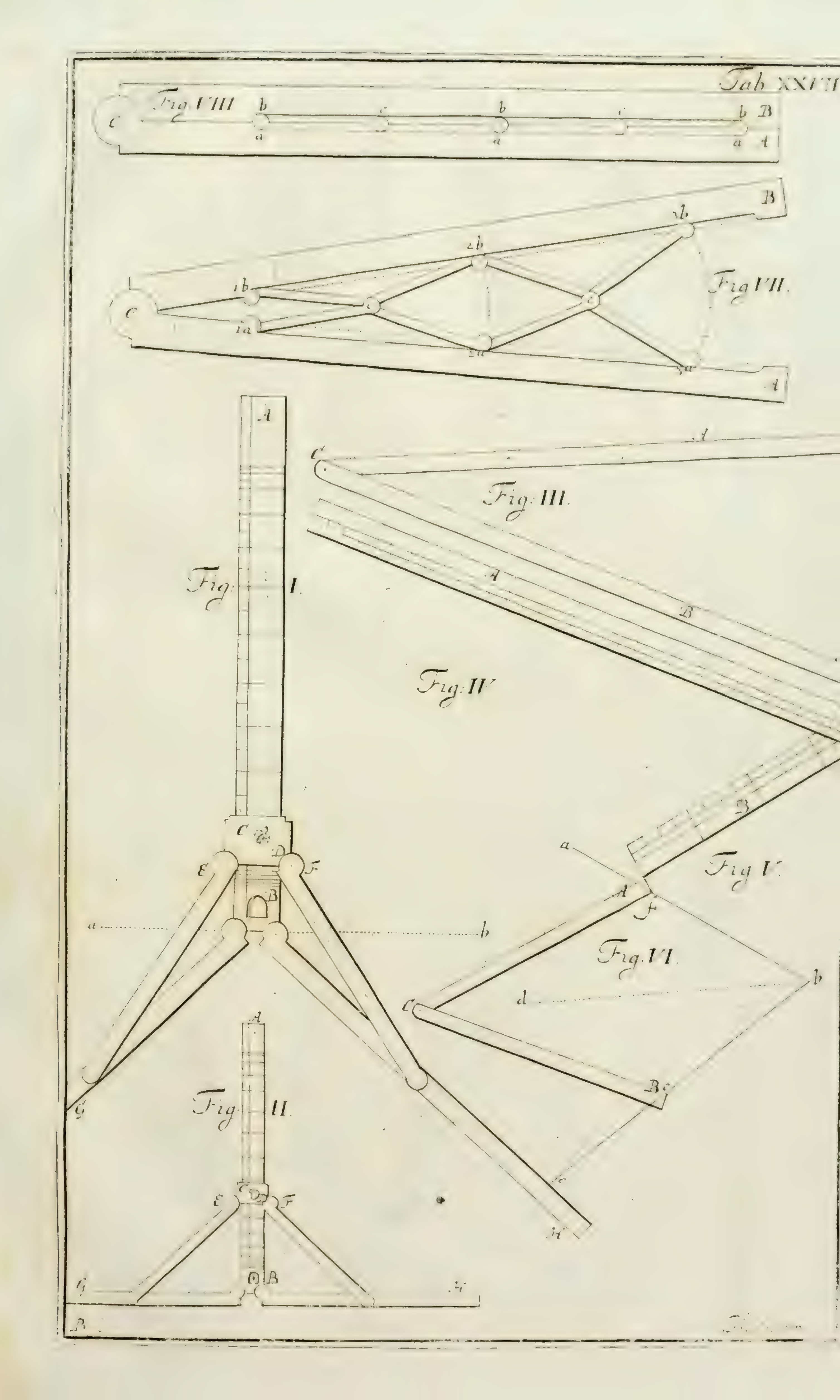



Tab. XXV.
Fig. II.
Fig. III.
Fig. I.



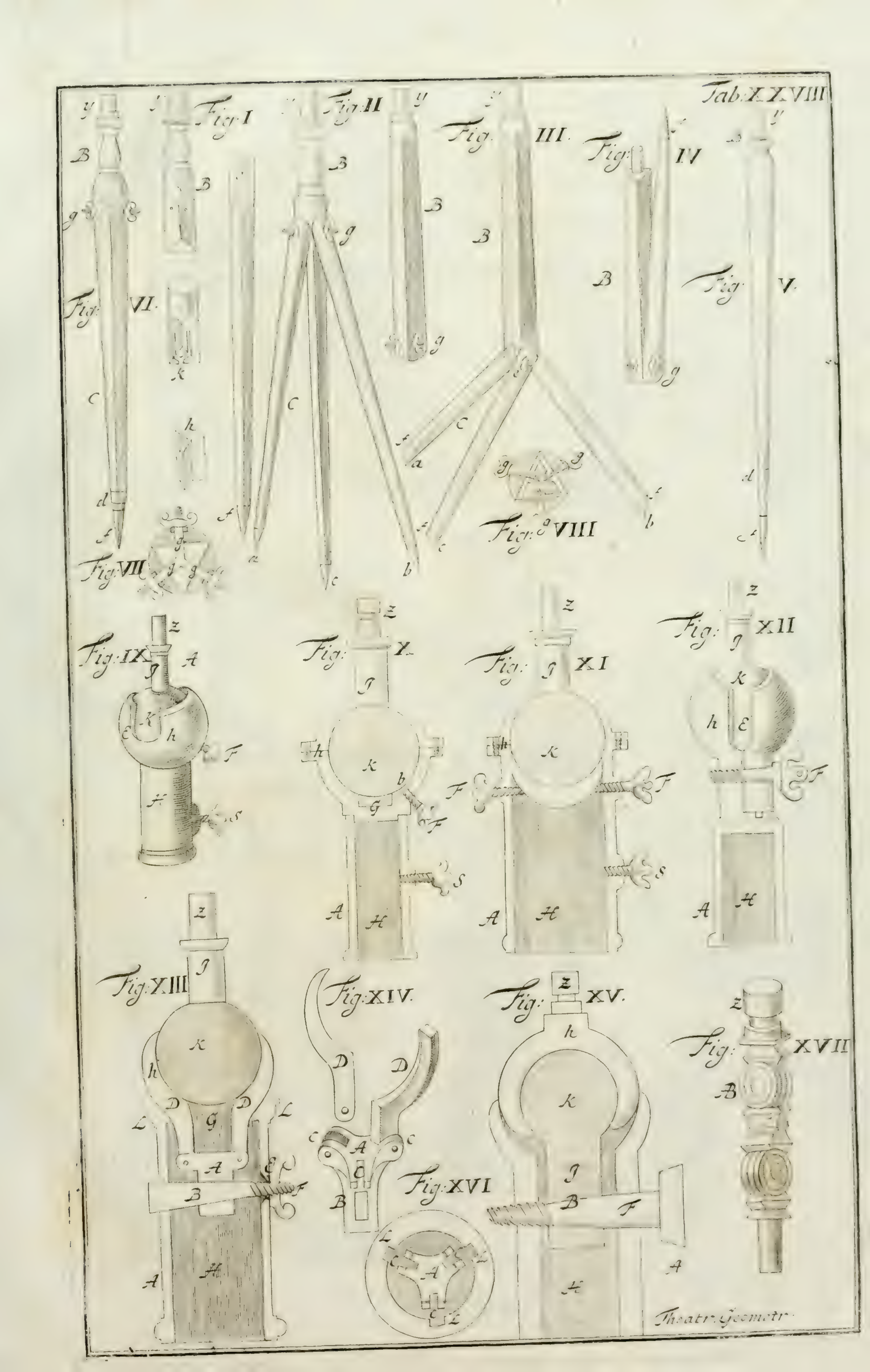

Winckel Messer von mancherley Arth
Tab: XXVI
Fig I
Fig II.
Fig: IV.
Fig III
Chapatots Winchel Instrument
Fig: V.
Bullets Pantometrum
Fig: VI.
Fig: VII.
Fig: VIII.
Poullÿ Pantagonum
Th: Arithm: Geometr.





Tab XXVII
Fig VIII
Fig VII
Fig: III
Fig: I
Fig: IV
Fig V
Fig VI
Fig II




Tab. XXVIII
Fig. I
Fig. II
Fig. III
Fig. IV
Fig. V
Fig. VI
Fig. VII
Fig. VIII
Fig. IX
Fig. X
Fig. XI
Fig. XII
Fig. XIII
Fig. XIV
Fig. XV
Fig. XVI
Fig. XVII
Theatr. Geometr.



Tab XXIX

Die Vornehmsten Arthen von Diopten auf die Regeln und Instrumenta

Fig. I

Fig. II

Fig. II

Fig. V

Fig. III

Fig. VI

Fig. XIII

Fig. VII

Fig. VIII

Fig. IX

Fig. XI

Fig. X

Fig. XII

Fig. XV

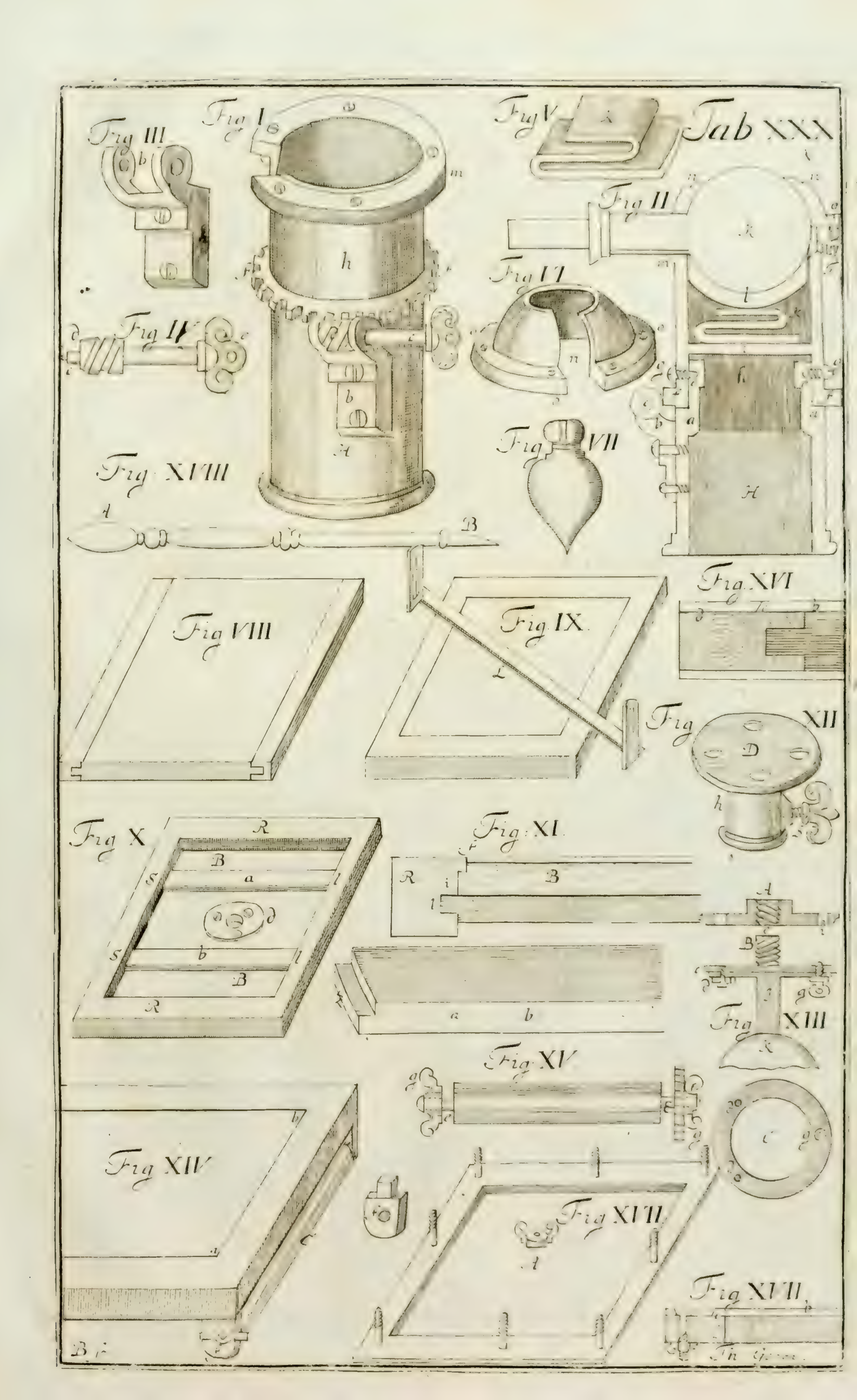
Fig. XIV

Fig. XVII

Fig. XVI

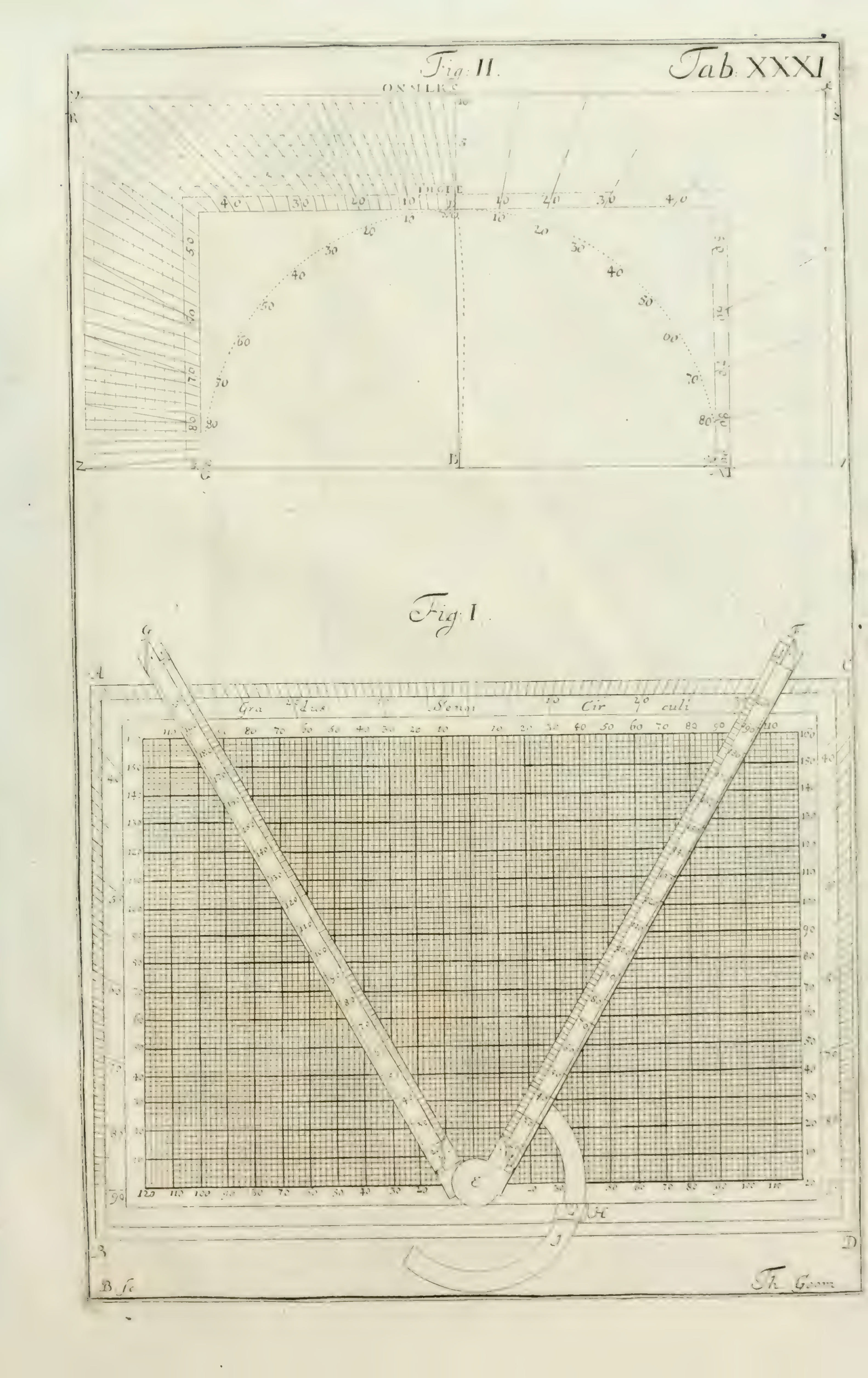
Fig. XVIII



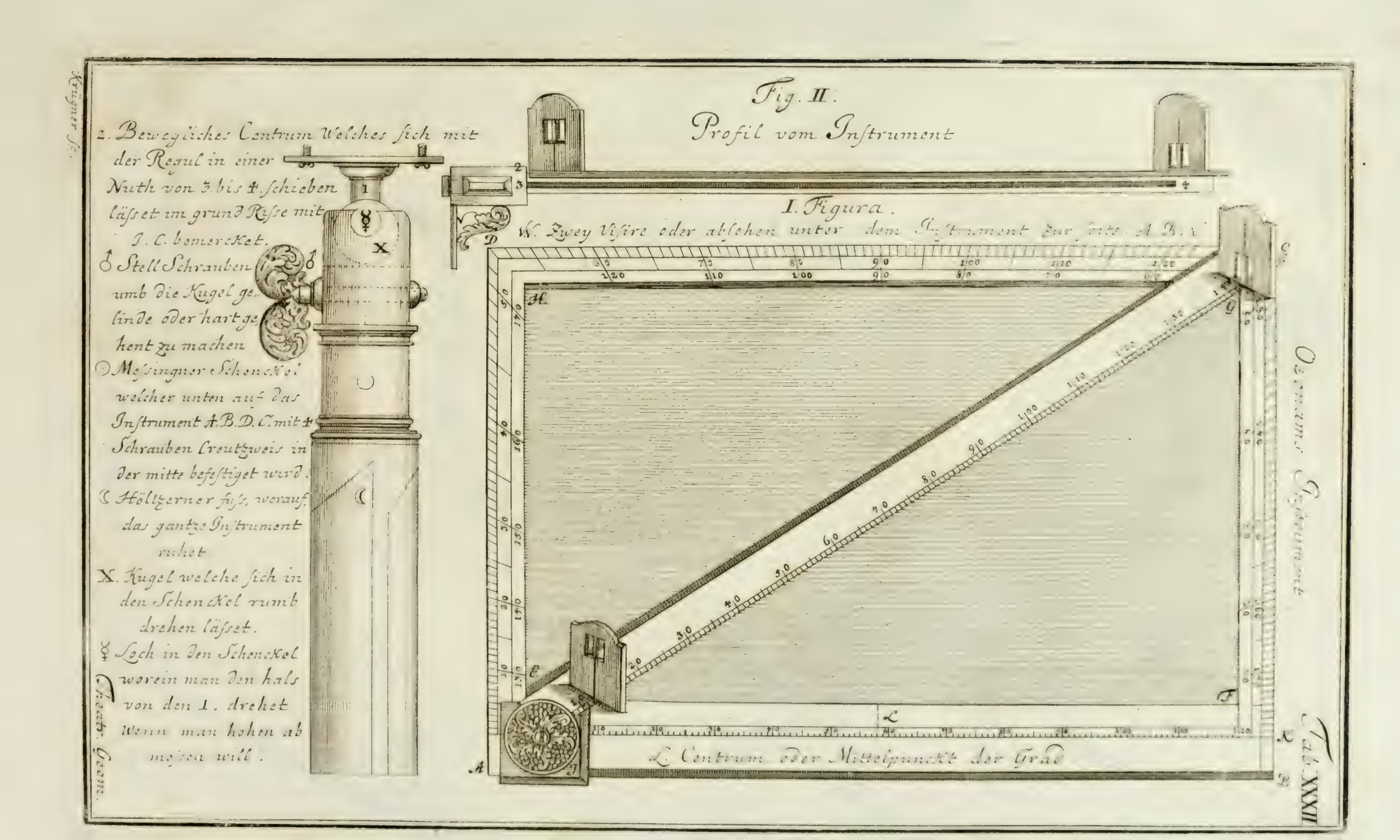


Tab XXX
Fig I
Fig II
Fig III
Fig IV
Fig V
Fig VI
Fig VII
Fig VIII
Fig IX
Fig X
Fig XI
Fig XII
Fig XIII
Fig XIV
Fig XV
Fig XVI
Fig XVII
Fig XVIII

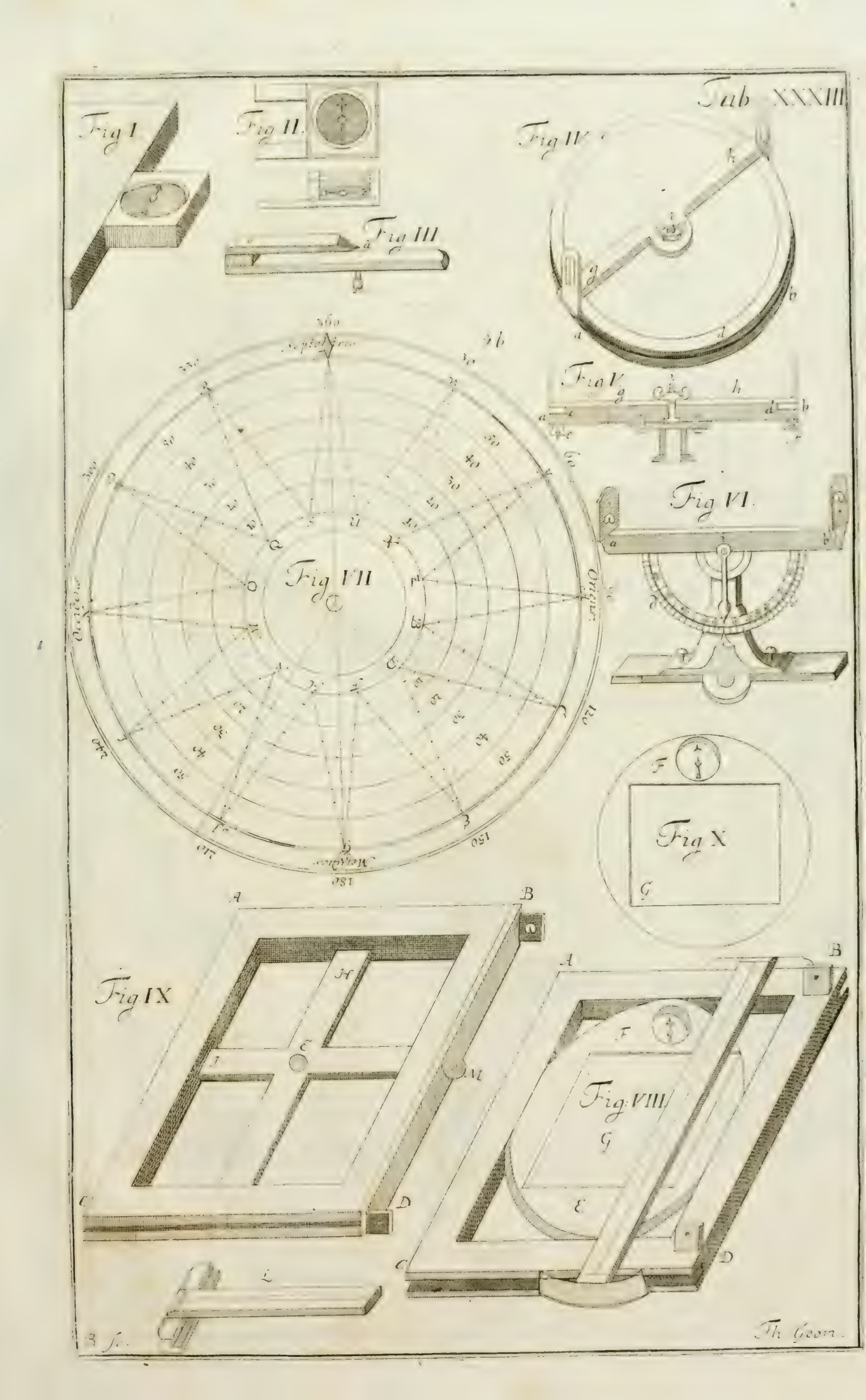



Tab. XXXI
Fig. II.
Fig. I.
Gradus Sinui Circuli
Th. Goom
B. sc.

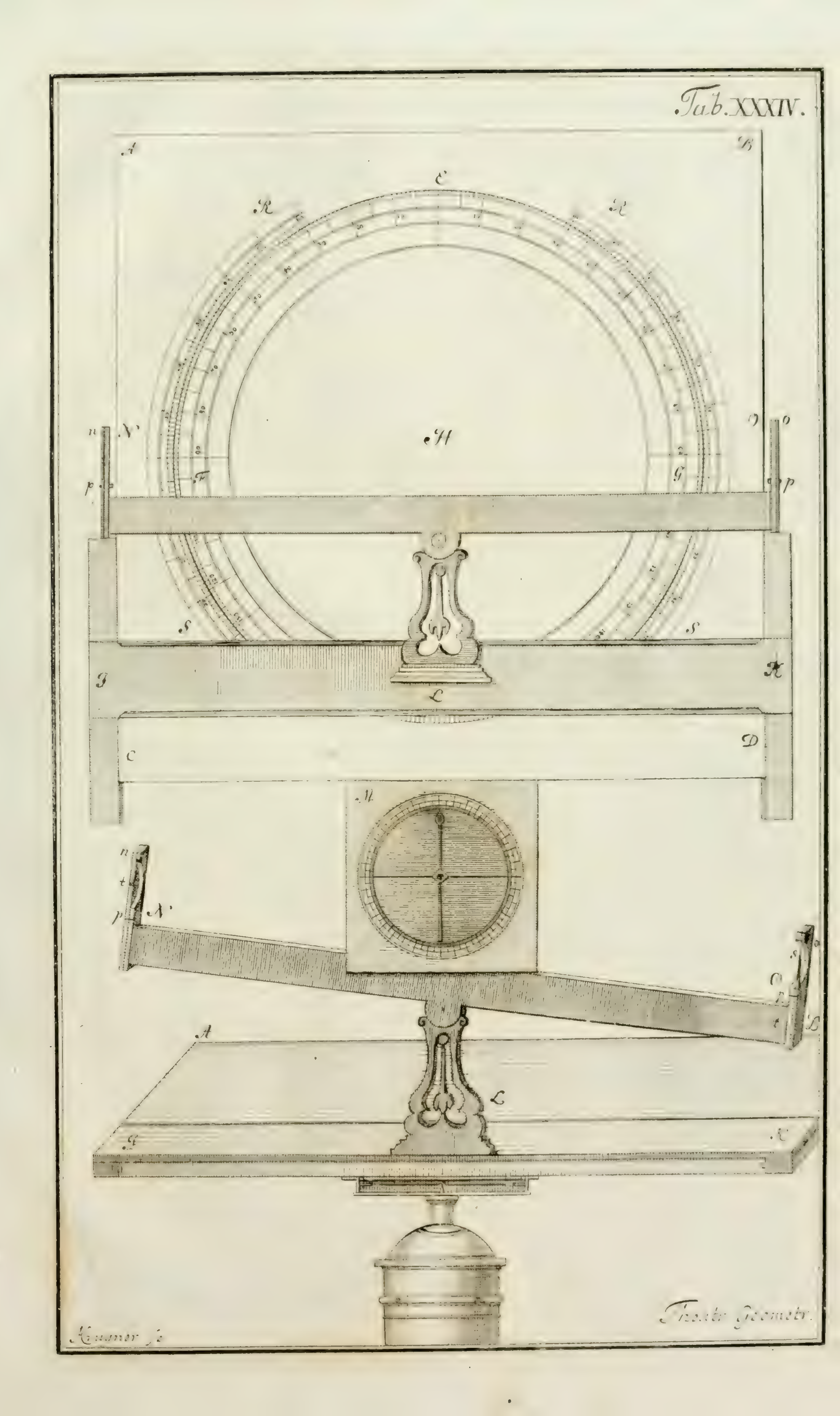



Tab. XXXII
Ozonams Instrument
Fig. II.
Profil vom Instrument
I. Figura.
W. Zwey Visire oder absehen unter dem Instrument zur seite A. B.
L. Centrum oder Mittelpunckt der Grad
2. Bewegliches Centrum welches sich mit der Regul in einer Nuth von 3. bis 4. schieben lässet im grund Risse mit I. C. bemercket.
♂ Stell Schrauben umb die Kugel gelinde oder hart gehent zu machen
☉ Messingner Schenckel welcher unten auf das Instrument A.B.D.C. mit 4 Schrauben Creutzweis in der mitte befestiget wird.
☾ Höltzerner fuss, worauf das gantze Instrument ruhet.
X. Kugel welche sich in den Schenckel rumb drehen lässet.
☿ Loch in den Schenckel worein man den hals von den 1. drehet wenn man hohen ab messen will.
Theatr. Geom.
Krügner sc.

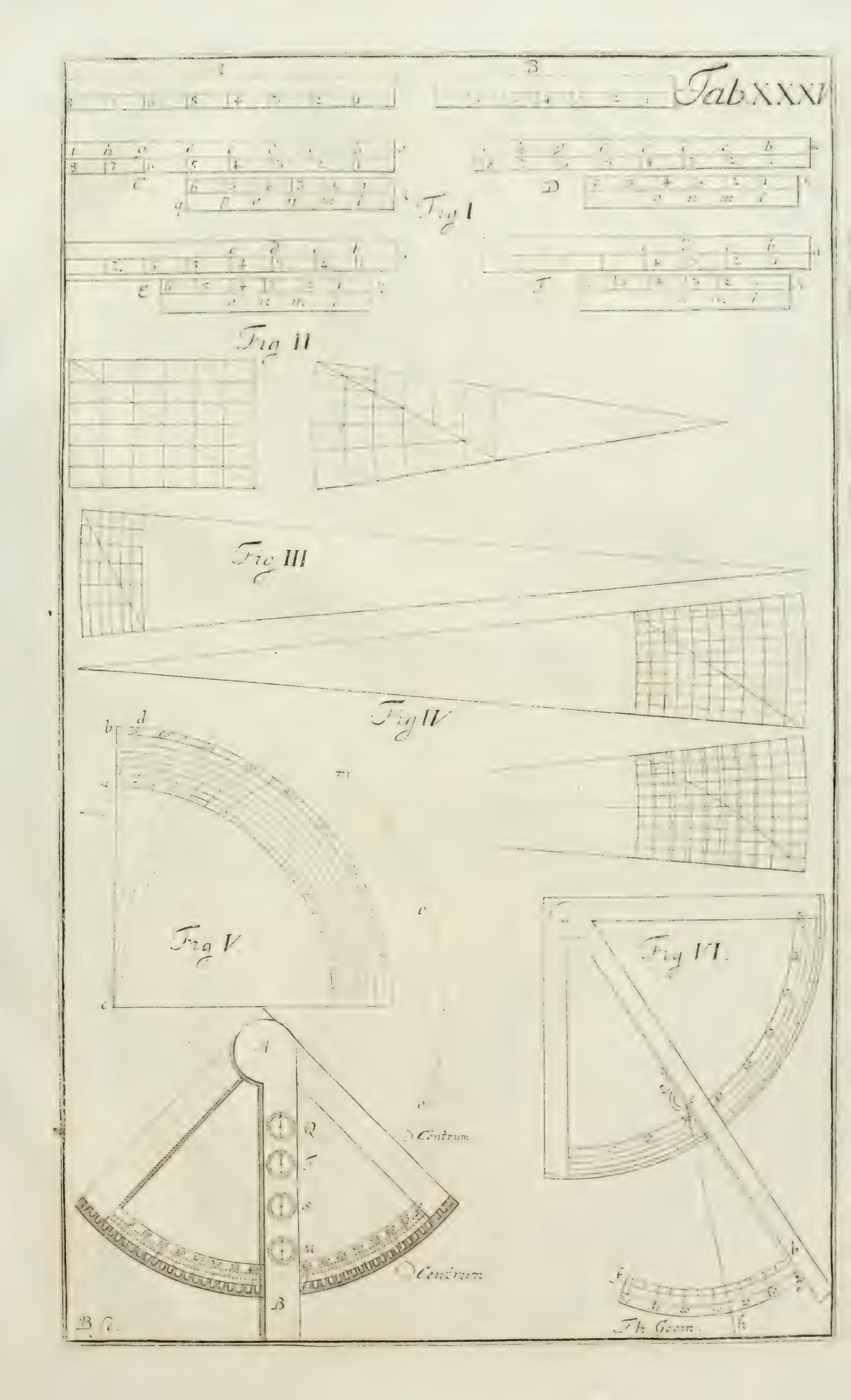



Tab XXXIII
Fig I
Fig II
Fig III
Fig IV
Fig V
Fig VI
Fig VII
Septentrio
Oriens
Occidens
Meridies
Fig VIII
Fig IX
Fig X
Th Geom.

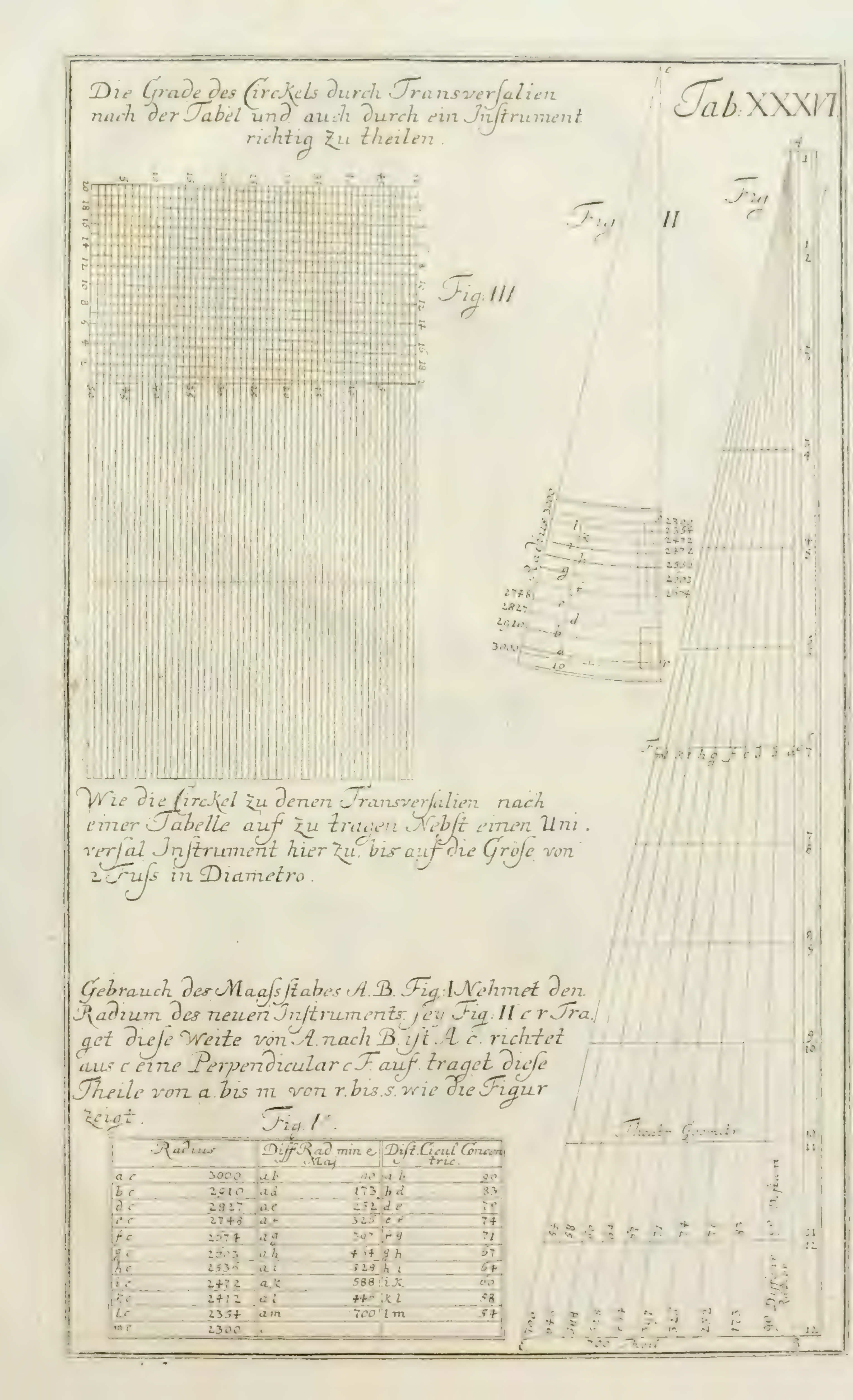



Tab. XXXIV.
A
B
C
H
F
G
N
O
S
S
L
C
D
M
L
Theatr. Geometr.



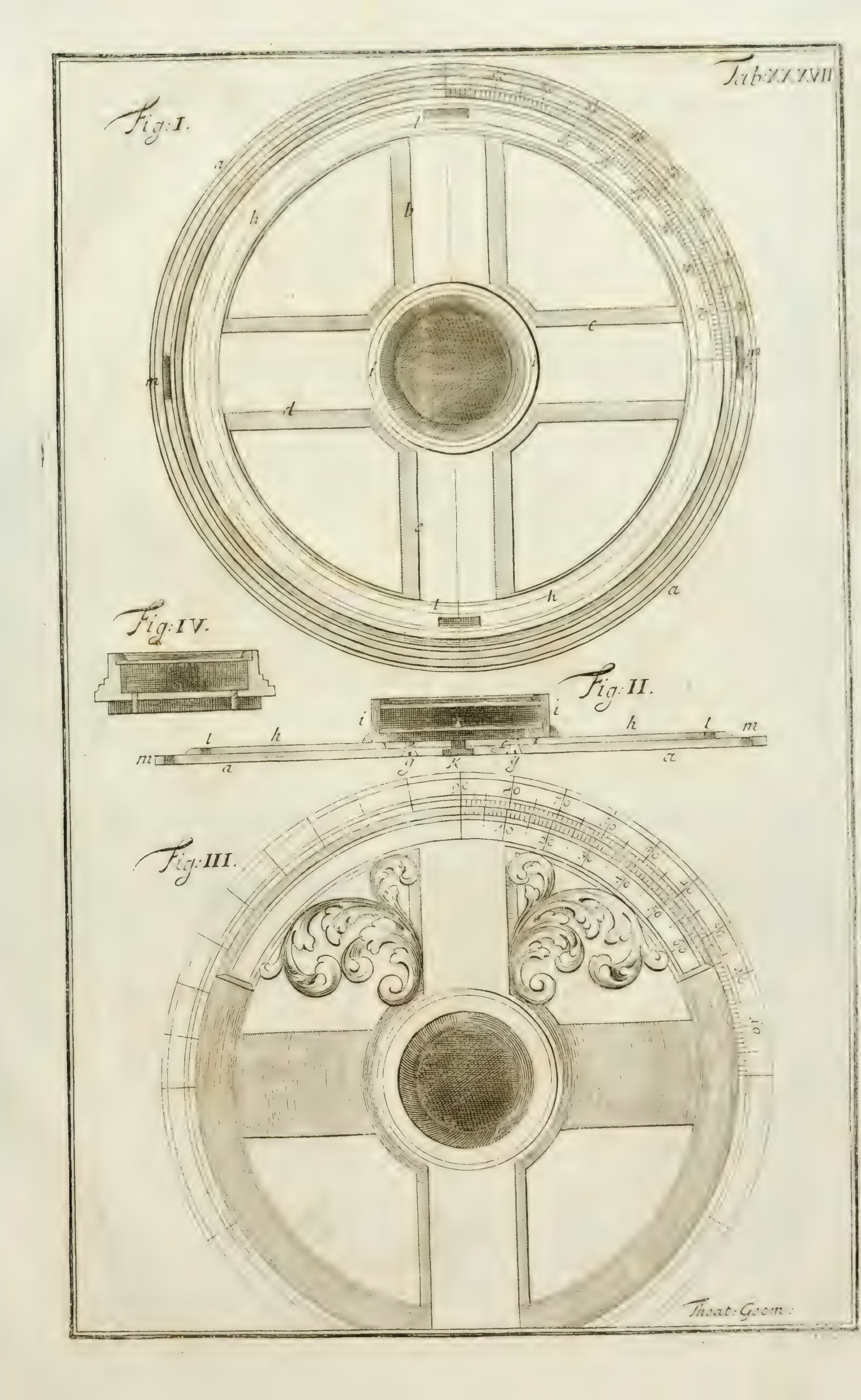

Tab.XXXI
Fig I
Fig II
Fig III
Fig IV
Fig V
Fig VI.
Centrum
Centrum
B. G.
Th. Geom.





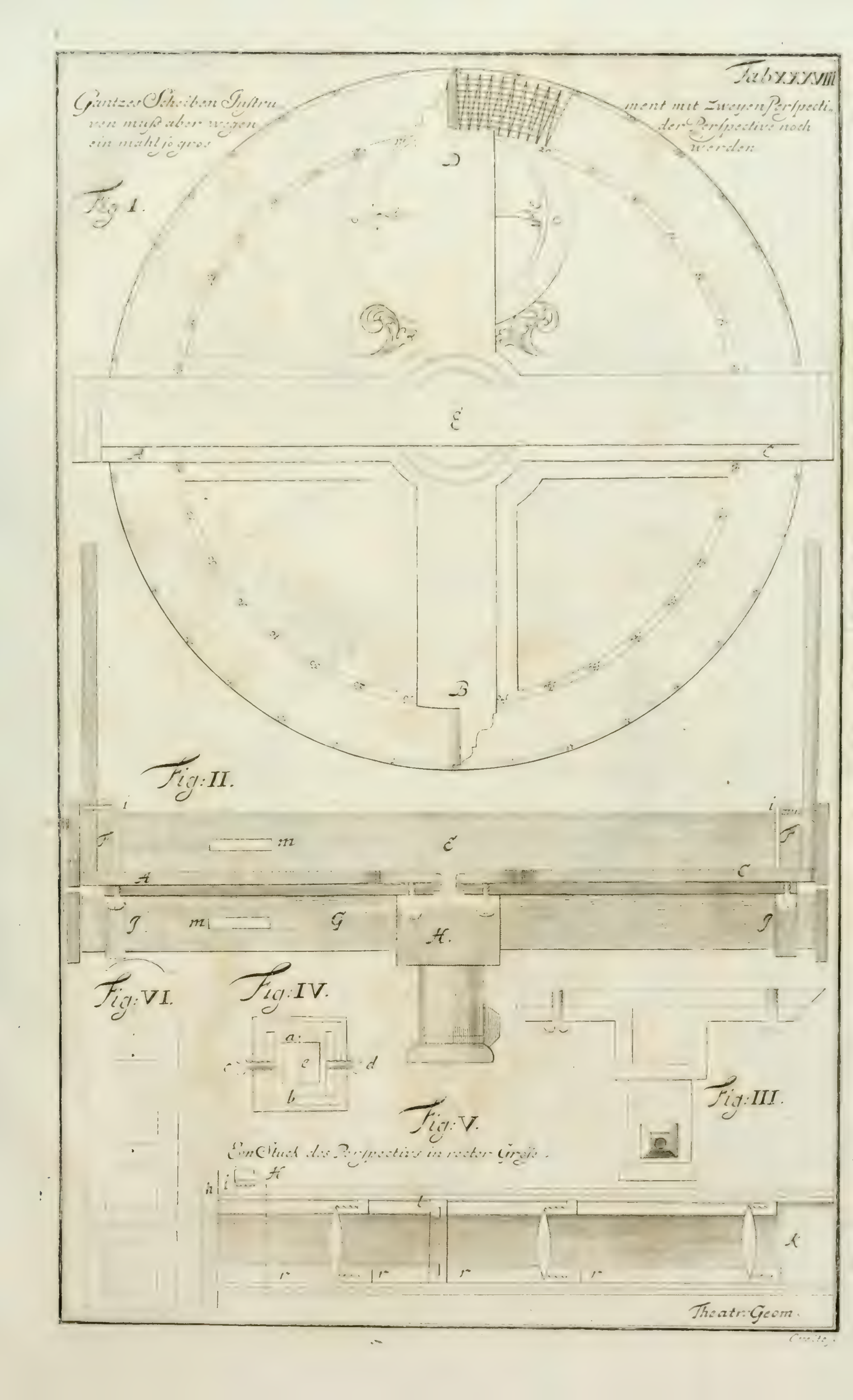
Radius		Diff Rad. min e Maj		Dist. Circul Concentric.	
a c	3000	a b	90	a b	90
b c	2910	a d	173	b d	83
d c	2827	a e	252	d e	79
e c	2748	a f	326	e f	74
f c	2674	a g	397	f g	71
g c	2603	a h	464	g h	67
h c	2536	a i	528	h i	64
i c	2472	a k	588	i k	60
k c	2412	a l	646	k l	58
l c	2354	a m	700	l m	54
m c	2300				



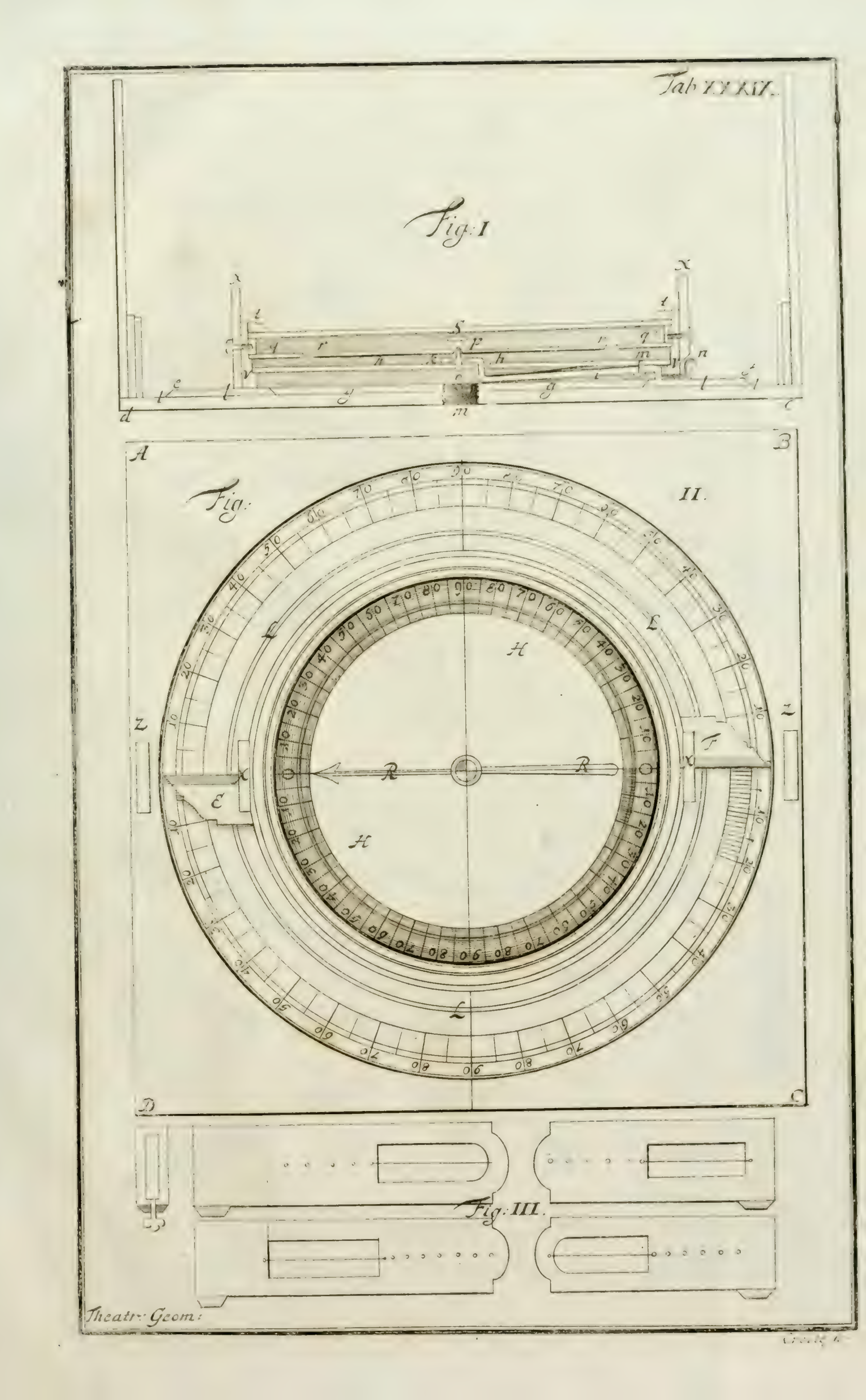


Tab.XXXVII
Fig. I.
Fig. IV.
Fig. II.
Fig. III.
Theat: Geom:

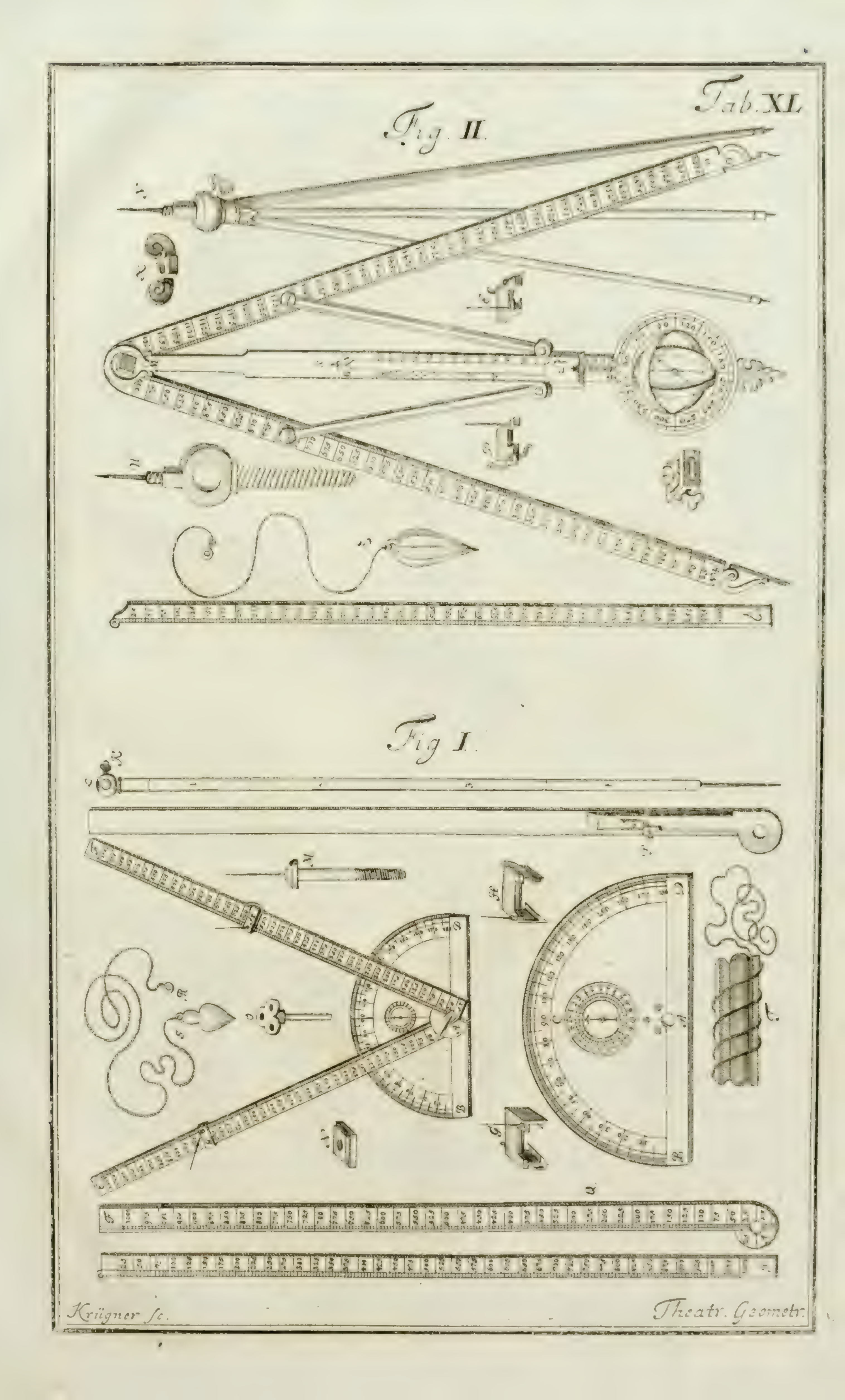



Tab. XXXVIII
Gantzes Scheiben Instru
ven muß aber wegen
ein mahl so gros
ment mit zweyen Perspecti.
der Perspective noch
werden
Fig. I.
Fig: II.
Fig: VI.
Fig: IV.
Fig: V.
Fig: III.
Theatr: Geom.

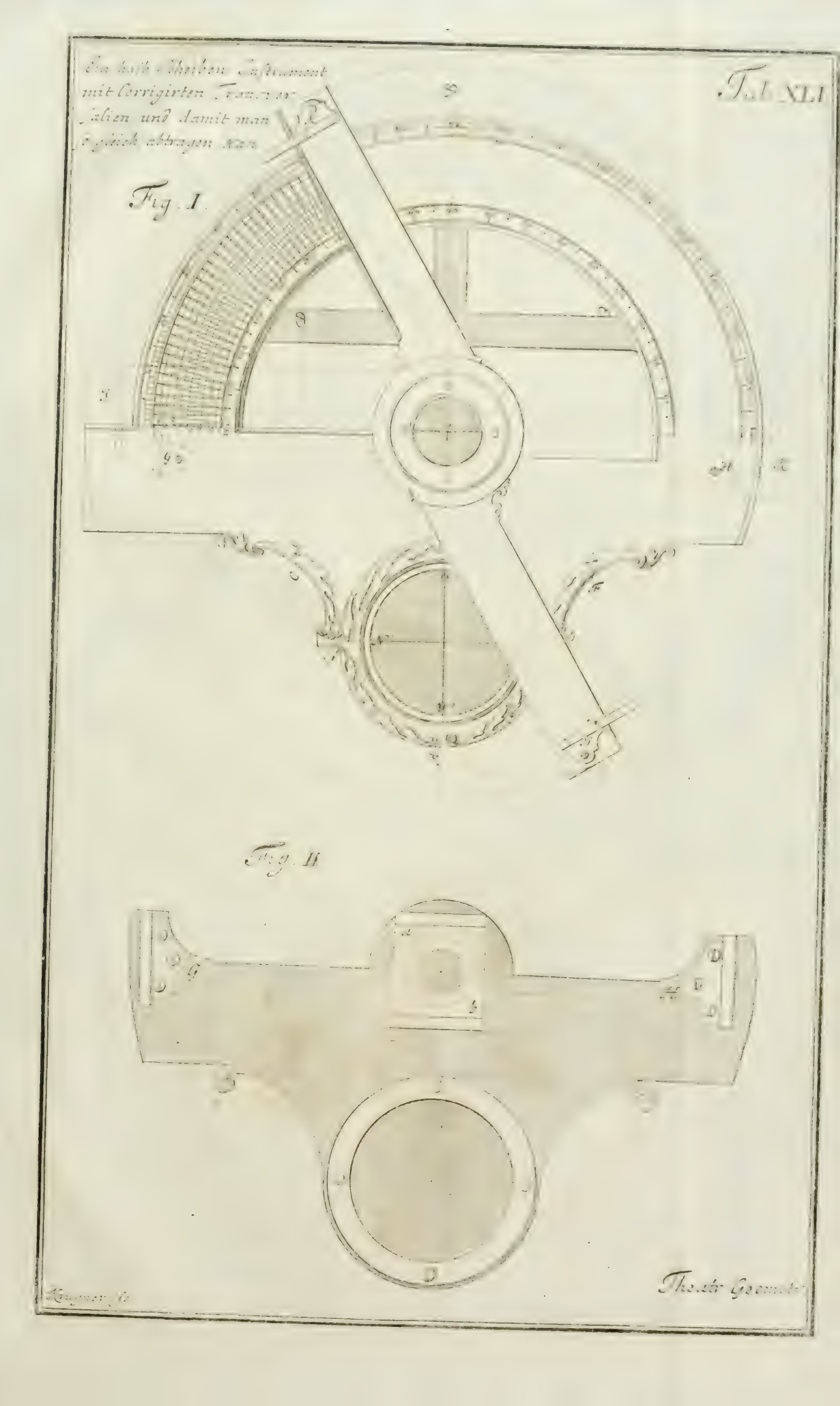



Tab XXXIV.
Fig: I
Fig: II.
Fig: III.
Theatr: Geom:



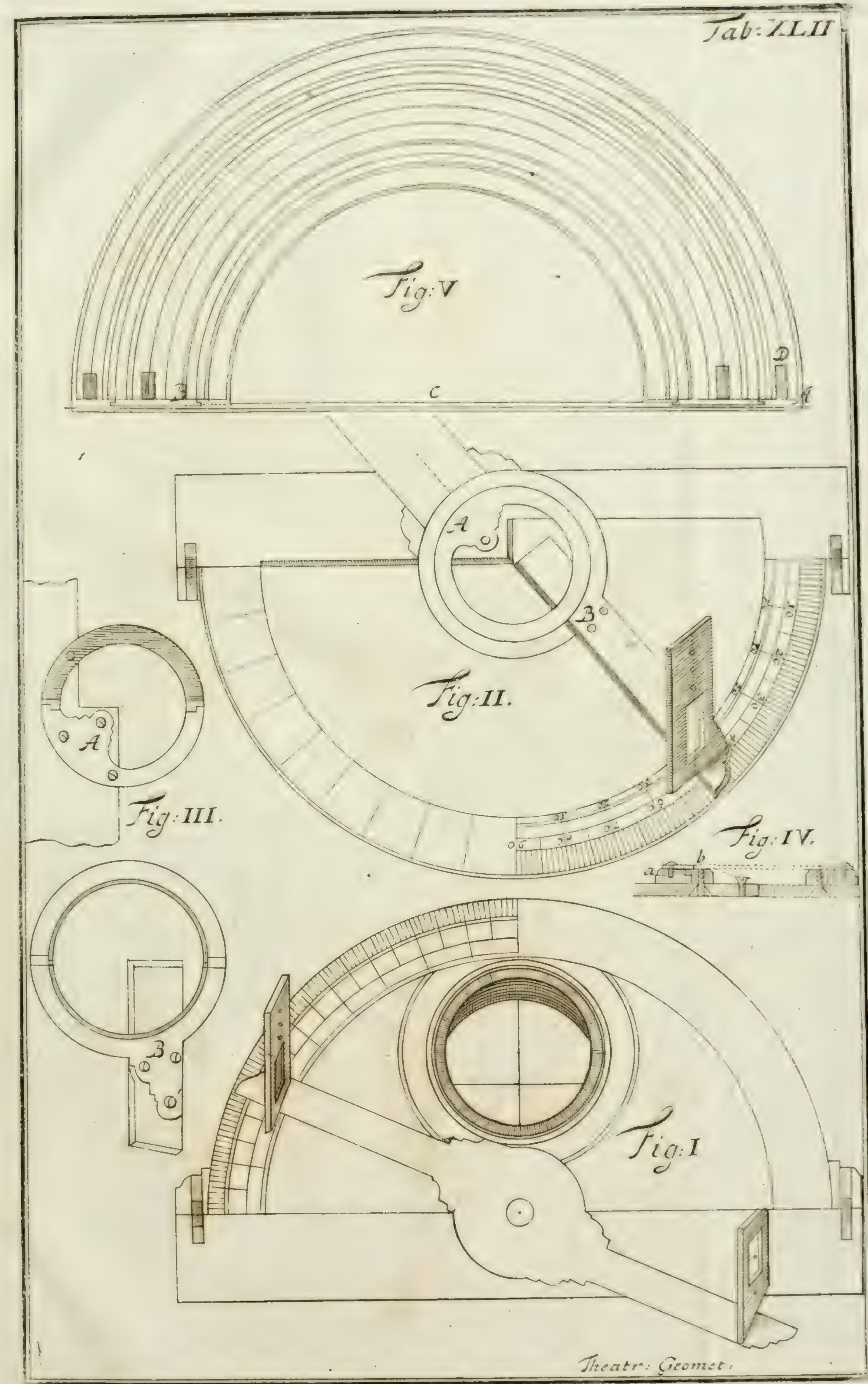

Tab. XL
Fig. II.
Fig. I.
Krügner sc.
Theatr. Geometr.



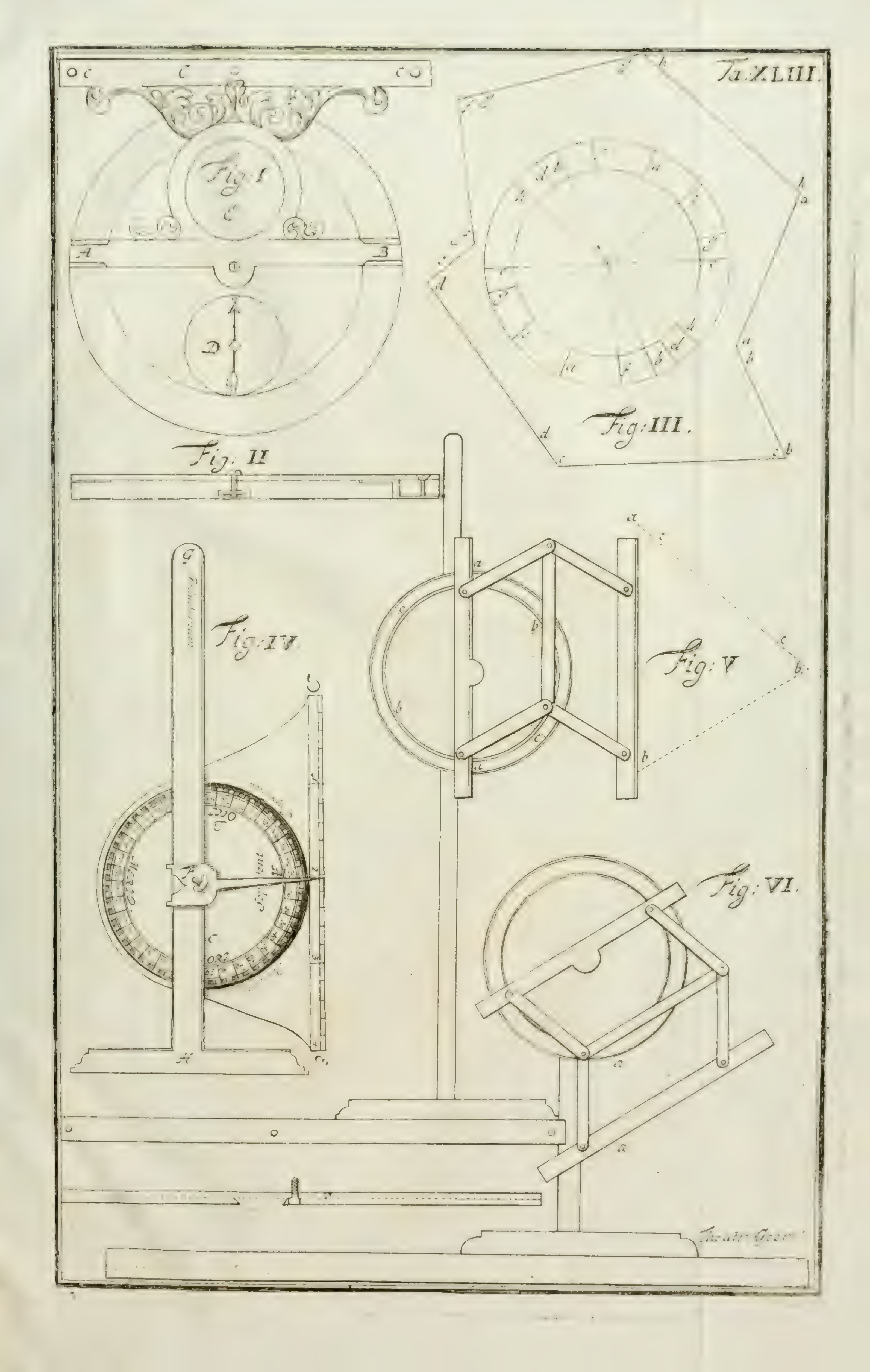


mit Corrigirten
zlien und damit man
Tab. XLI
Fig. I.
Fig. II




Tab: XLII
Fig: V
D
B
C
A
Fig: II.
Fig: III.
Fig: IV.
a
b
Fig: I
Theatr: Geomet.




Ta: XLIII.
Fig: I
Fig: II
Fig: III.
Fig: IV.
Fig: V
Fig: VI.





